(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0113437
(43) 공개일자 2016년09월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B05D 1/02 (2006.01) *B01D 67/00* (2006.01)
B01D 71/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B05D 1/02 (2013.01)
B01D 67/0039 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0038699
(22) 출원일자 2015년03월20일
심사청구일자 2015년03월20일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
송인혁
경상남도 창원시 성산구 외리로34번길 13 102동 1402호 (성주동,한림푸르지오아파트)
하장훈
경상남도 창원시 성산구 가음동 13-3 재료연구소 아파트 404호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 대아

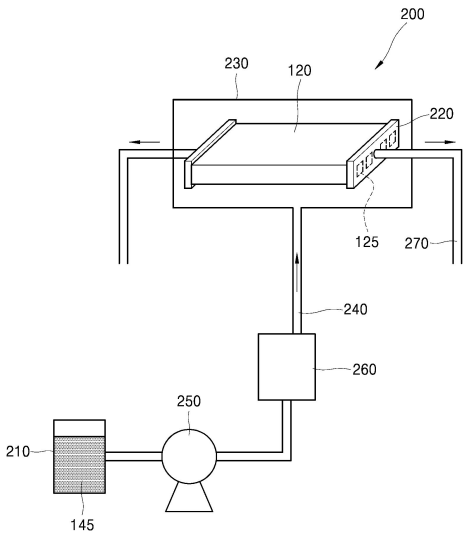
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **다공성 지지체 코팅 장치 및 그 코팅 방법**

(57) 요 약

코팅용 분말이 포함된 코팅 용액에 압력을 부가하는 방식으로 다공성 지지체에 분사하여 코팅용 분말 입자가 필터링 방식으로 코팅되도록 함으로써, 다공성 지지체 위에 막이 코팅되어 코팅층의 접착성 및 치밀도를 향상시킬 수 있으며, 복잡한 형상을 갖는 대면적의 다공성 지지체에 대해서도 균일하면서 결함이 발생하지 않는 코팅층을 제조할 수 있는 다공성 지지체 코팅 방법 및 그 장치에 대하여 개시한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01D 71/02 (2013.01)
B01D 2323/26 (2013.01)
B01D 2325/02 (2013.01)
(72) 발명자
이종만
경상남도 창원시 성산구 창이대로881번길 19, 111
동 803호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2015-0090
부처명 미래창조 과학부
연구관리전문기관 국가과학기술연구회
연구사업명 에너지·환경용 소재 기술 개발
연구과제명 환경고도 청정화용 수처리 소재공정 기술개발
기 여 율 1/1
주관기관 한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간 2015.01.01 ~ 2017.12.31

배병서
경기도 이천시 장호원읍 어석리 22-4

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a) 내부를 관통하는 복수의 채널 및 자체 기공을 갖는 다공성 지지체를 마련하는 단계; 및

(b) 상기 다공성 지지체에 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액을 유체의 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅하여 코팅층을 형성하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 코팅층의 치밀도는

상기 다공성 지지체의 기공율 및 평균 기공 크기에 따라 유체 압력의 변화를 유발시키는 것에 의해 조절되는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계 이후,

(c) 상기 다공성 지지체에 형성된 코팅층을 건조 및 소결하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 코팅층은

상기 다공성 지지체에 코팅되며, 상기 다공성 지지체의 기공보다 작은 기공을 갖는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 코팅층의 기공은

상기 다공성 지지체의 기공에 비하여 평균 직경이 1/3 이하의 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 방법.

청구항 6

내부를 관통하는 복수의 채널 및 자체 기공을 갖는 다공성 지지체를 코팅하기 위한 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액을 저장하기 위한 코팅 용액 저장 탱크;

상기 다공성 지지체의 양측 가장자리를 고정시키는 지지체 홀더;

상기 다공성 지지체 및 지지체 홀더를 감싸도록 장착되며, 상기 다공성 지지체의 외측 표면을 코팅하기 위한 코팅 공간을 제공하는 코팅 챔버;

상기 코팅 용액 저장 탱크 및 코팅 챔버 사이에서 상호 간을 연결시키도록 장착되어, 상기 코팅 용액 저장 탱크 내부에 저장된 코팅 용액을 상기 코팅 챔버의 내부로 공급하기 위한 코팅 용액 공급배관;

상기 코팅 용액 공급배관에 장착되어, 상기 코팅 용액 저장 탱크 내에 저장된 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액을 코팅 챔버의 내부로 펌핑하기 위한 펌프;

상기 펌프에 인가되는 주파수의 조절로 수압의 세기를 제어하기 위한 수압 제어기; 및

상기 지지체 홀더에 각각 연결되되, 상기 코팅 챔버의 외부로 연장되도록 설치되어, 상기 코팅 챔버의 내부에서 코팅되고 잔류하는 수용액을 배출하기 위한 수용액 배출배관;을 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 코팅 챔버의 내부에서 수압을 이용한 코팅 시,

상기 코팅용 분말은 다공성 지지체의 외부 표면에 코팅되고, 상기 코팅 용액 중 코팅용 분말이 제거된 수용액은 상기 다공성 지지체의 복수의 채널 내부 및 지지체 홀더를 통과하여 상기 수용액 배출배관을 통해 코팅 챔버의 외부로 배출되는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 장치.

청구항 8

제6항 내지 제7항 중 어느 한 항에 기재된 다공성 지지체 코팅 장치를 이용한 코팅 방법에 있어서,

(a) 내부를 관통하는 복수의 채널 및 자체 기공을 갖는 다공성 지지체를 지지체 홀더에 고정시킨 상태로 코팅 챔버의 내부에 장입하는 단계;

(b) 상기 코팅 챔버의 내부로 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액이 분사되도록 수압을 이용한 필터링 방식으로 상기 다공성 지지체의 외부 표면에 코팅을 실시하여 코팅층을 형성하는 단계; 및

(c) 상기 코팅층이 형성된 다공성 지지체를 코팅 챔버의 외부로 반출한 후, 건조 및 소결하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 (b) 단계에서,

상기 코팅용 분말은

상기 다공성 지지체의 외부 표면에 코팅되고, 상기 코팅 용액 중 코팅용 분말이 제거된 수용액은 상기 다공성 지지체의 복수의 채널 내부 및 지지체 홀더를 통과하여 상기 수용액 배출배관을 통해 코팅 챔버의 외부로 배출시키는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 방법.

청구항 10

내부를 관통하는 복수의 채널 및 자체 기공을 갖는 다공성 지지체를 코팅하기 위한 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액을 저장하기 위한 코팅 용액 저장 탱크;

상기 다공성 지지체의 양측 가장자리를 고정시키는 지지체 홀더;

상기 다공성 지지체 및 지지체 홀더를 감싸도록 장착되며, 상기 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽을 코팅하기 위한 코팅 공간을 제공하는 코팅 챔버;

상기 코팅 용액 저장 탱크 및 지지체 홀더 사이에서 상호 간을 연결시키는 폐 순환 구조로 장착되어, 상기 코팅 용액 저장 탱크의 내부에 저장된 코팅 용액을 상기 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽으로 공급하기 위한 코팅 용액 공급배관;

상기 코팅 용액 공급배관에 장착되어, 상기 코팅 용액 저장 탱크 내에 저장된 코팅 용액을 코팅 챔버의 내부로 펌핑하기 위한 펌프;

상기 펌프에 인가되는 주파수의 조절로 수압의 세기를 제어하기 위한 수압 제어기; 및

상기 코팅 챔버의 일측에 장착되어, 상기 코팅 챔버의 내부에서 코팅되고 잔류하는 수용액을 배출하기 위한 수용액 배출배관;을 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 코팅 챔버의 내부에서 수압을 이용한 코팅 시,

상기 코팅용 분말은 복수의 채널 내벽에 코팅되고, 상기 코팅 용액 중 코팅용 분말이 제거된 수용액은 상기 다공성 지지체의 자체 기공을 통과하여 상기 수용액 배출배관을 통해 상기 코팅 챔버의 외부로 배출되는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 다공성 지지체 및 지지체 홀더는

복수개가 각각 평행하게 이격 배치되는 병렬 구조로 상기 코팅 용액 공급배관에 연결되는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 장치.

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 기재된 다공성 지지체 코팅 장치를 이용한 코팅 방법에 있어서,

(a) 내부를 관통하는 복수의 채널 및 자체 기공을 갖는 다공성 지지체를 지지체 홀더에 고정시킨 상태로 코팅 챔버의 내부에 장입하는 단계;

(b) 상기 코팅 챔버의 내부로 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액이 분사되도록 수압을 이용한 필터링 방식으로 상기 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽에 코팅을 실시하여 코팅층을 형성하는 단계; 및

(c) 상기 코팅층이 형성된 다공성 지지체를 코팅 챔버의 외부로 반출한 후, 건조 및 소결하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 (b) 단계에서,

상기 코팅용 분말은 상기 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽에 코팅되고, 상기 코팅 용액 중 코팅용 분말이 제거된 수용액은 상기 다공성 지지체의 자체 기공을 통과하여 상기 수용액 배출배관을 통해 상기 코팅 챔버의 외

부로 배출되는 것을 특징으로 하는 다공성 지지체 코팅 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다공성 지지체 코팅 장치 및 그 코팅 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액에 압력을 부가하는 방식으로 다공성 지지체에 분사하여 코팅용 분말 입자가 필터링 방식으로 코팅되도록 함으로써, 다공성 지지체에 코팅되는 코팅층의 접착성 및 치밀도를 향상시킬 수 있으며, 복잡한 형상을 갖는 대면적의 다공성 지지체에 대해서도 균일하면서 결함이 발생하지 않는 코팅층을 제조할 수 있는 다공성 지지체 코팅 장치 및 그 코팅 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 다공성 세라믹은 저밀도, 낮은 열전도도 및 저 유전상수 등의 독특한 특성으로 인하여 다 방면에서 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히, 세라믹 분리막은 다공성 세라믹 중에서 가장 실현 가능성이 높은 응용 분야 중 하나이다.

[0003] 이러한 다공성 세라믹 분리막은 식료품이나 의약품의 정제, 폐기가스의 여과 등 다양한 산업적 응용분야를 가지며, 그 중에 대표적인 것은 수질 정화용 분리막으로 사용되는 것이다. 산업적으로는 고분자 분리막이 광범위하게 사용되고 있지만, 기계적 강도가 낮고, 화학적 안정성이 떨어지며, 온도 저항성이 낮은 단점이 있다.

[0004] 반면, 다공성 세라믹 분리막은 고분자 분리막에 비하여 내산성이 우수하고, 고온 안정성이 우수하여 고분자 분리막 보다 가혹한 조건, 예를 들면, 강산성, 강알칼리성, 유기용매, 기름을 포함하는 용액의 분리 및 정화에 사용 가능하고, 고온에서도 사용할 수 있다는 이점이 있다. 또한, 다공성 세라믹 분리막은 고분자 분리막에 비하여 생물학적 저항성이 우수하여 내구성이 우수한 장점을 갖는다.

[0005] 이러한 다공성 세라믹 분리막의 경우, 다공성 지지체의 일면 또는 양면에 액상의 코팅 졸을 딥 코팅 방식(dip coating type)으로 코팅을 실시하여 코팅층을 형성하고 있다.

[0006] 그러나, 다공성 세라믹 분리막의 제조를 위해, 다공성 지지체의 일면 또는 양면에 대하여 딥 코팅 방식으로 코팅층을 형성할 시, 코팅 분말의 치밀도가 낮아서 건조 및 소결시 수축율의 증대로 인하여 다공성 지지체와 코팅층 간의 계면에서 크랙 등의 결함을 유발하는 문제가 있었다.

[0007] 관련 선행 문헌으로는 대한민국 공개특허공보 제10-2005-0071352호(2005.07.07. 공개)가 있으며, 상기 문헌에는 지지체를 갖는 세라믹 필터 및 그 제조 방법이 기재되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액에 압력을 부가하는 방식으로 다공성 지지체에 분사하여 코팅용 분말 입자가 필터링 방식으로 코팅되도록 함으로써, 다공성 지지체에 코팅되는 코팅층의 접착성 및 치밀도를 향상시킬 수 있으며, 복잡한 형상을 갖는 대면적의 다공성 지지체에 대해서도 균일하면서 결함이 발생하지 않는 코팅층을 제조할 수 있는 다공성 지지체 코팅 장치 및 그 코팅 방법을 제공하는 것이다. 이때, 용액에 부가하는 압력은 매질이 물일 경우에는 수압이며, 일반적으로는 유체의 압력인 유압으로 표기할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제1 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치는 내부를 관통하는 복수의 채널 및 자체 기공을 갖는 다공성 지지체를 코팅하기 위한 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액을 저장하기 위한 코팅 용액 저장 탱크; 상기 다공성 지지체의 양측 가장자리를 고정시키는 지지체 홀더; 상기 다공성 지지체 및 지지체 홀더를 감싸도록 장착되며, 상기 다공성 지지체의 외측 표면을 코팅하기 위한 코팅 공간을 제공하는 코팅

챔버; 상기 코팅 용액 저장 탱크 및 코팅 챔버 사이에서 상호 간을 연결시키도록 장착되어, 상기 코팅 용액 저장 탱크 내부에 저장된 코팅 용액을 상기 코팅 챔버의 내부로 공급하기 위한 코팅 용액 공급배관; 상기 코팅 용액 공급배관에 장착되어, 상기 코팅 용액 저장 탱크 내에 저장된 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액을 코팅 챔버의 내부로 펌핑하기 위한 펌프; 상기 펌프에 인가되는 주파수의 조절로 수압의 세기를 제어하기 위한 수압 제어기; 및 상기 지지체 홀더에 각각 연결되되, 상기 코팅 챔버의 외부로 연장되도록 설치되어, 상기 코팅 챔버의 내부에서 코팅되고 잔류하는 수용액을 배출하기 위한 수용액 배출배관;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치는 내부를 관통하는 복수의 채널 및 자체 기공을 갖는 다공성 지지체를 코팅하기 위한 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액을 저장하기 위한 코팅 용액 저장 탱크; 상기 다공성 지지체의 양측 가장자리를 고정시키는 지지체 홀더; 상기 다공성 지지체 및 지지체 홀더를 감싸도록 장착되며, 상기 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽을 코팅하기 위한 코팅 공간을 제공하는 코팅 챔버; 상기 코팅 용액 저장 탱크 및 지지체 홀더 사이에서 상호 간을 연결시키는 폐 순환 구조로 장착되어, 상기 코팅 용액 저장 탱크의 내부에 저장된 코팅 용액을 상기 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽으로 공급하기 위한 코팅 용액 공급배관; 상기 코팅 용액 공급배관에 장착되어, 상기 코팅 용액 저장 탱크 내에 저장된 코팅 용액을 코팅 챔버의 내부로 펌핑하기 위한 펌프; 상기 펌프에 인가되는 주파수의 조절로 수압의 세기를 제어하기 위한 수압 제어기; 및 상기 코팅 챔버의 일측에 장착되어, 상기 코팅 챔버의 내부에서 코팅되고 잔류하는 수용액을 배출하기 위한 수용액 배출배관;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제1 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 방법은 (a) 내부를 관통하는 복수의 채널 및 자체 기공을 갖는 다공성 지지체를 지지체 홀더에 고정시킨 상태로 코팅 챔버의 내부에 장입하는 단계; (b) 상기 코팅 챔버의 내부로 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액이 분사되도록 수압을 이용한 필터링 방식으로 상기 다공성 지지체의 외부 표면에 코팅을 실시하여 코팅층을 형성하는 단계; 및 (c) 상기 코팅층이 형성된 다공성 지지체를 코팅 챔버의 외부로 반출한 후, 건조 및 소결하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 방법은 (a) 내부를 관통하는 복수의 채널 및 자체 기공을 갖는 다공성 지지체를 지지체 홀더에 고정시킨 상태로 코팅 챔버의 내부에 장입하는 단계; (b) 상기 코팅 챔버의 내부로 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액이 분사되도록 수압을 이용한 필터링 방식으로 상기 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽에 코팅을 실시하여 코팅층을 형성하는 단계; 및 (c) 상기 코팅층이 형성된 다공성 지지체를 코팅 챔버의 외부로 반출한 후, 건조 및 소결하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따른 다공성 지지체 코팅 장치 및 그 코팅 방법은 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액에 압력을 부가하는 방식으로 다공성 지지체에 분사하여 코팅용 분말 입자가 필터링 방식으로 코팅이 되도록 하는 것에 의해 모든 방향에서 균일한 밀도로 코팅이 이루어질 수 있는 바, 접착성이 우수하면서 밀도가 높아 적층된 분말의 치밀도가 높아 건조 및 소결 시 수축율을 극복하여 결함이 억제된 코팅층을 형성할 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명에 따른 다공성 지지체 코팅 장치 및 그 코팅 방법은 압출 성형에 의해 복잡한 형상으로 제조되는 다공성 지지체의 외측 표면 또는 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽에 대하여 선택적으로 코팅을 실시하는 것이 가능하므로 다층 기공 구조의 분리막 제조에 탁월한 효과를 가질 뿐만 아니라, 다공성 지지체가 복잡한 형상을 갖더라도 복수의 기공에서 잡아 당기는 힘에 의하여 다공성 지지체의 외측 표면 또는 복수의 채널 내벽에 치밀하면서도 균일한 코팅을 실하는 것이 가능해질 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명에 따른 다공성 지지체 코팅 장치 및 그 코팅 방법은 튜브형, 평관형 및 모노리스형 중 어느 하나의 구조를 갖는 복수의 다공성 지지체 및 복수의 지지체 홀더가 코팅 용액 공급배관에 병렬적으로 연결되는 구조를 가짐으로써, 한 번에 복수개의 다공성 지지체에 대하여 코팅하는 것이 가능하므로 코팅을 위한 비용 및 시간을 현저히 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치를 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1의 다공성 지지체 코팅 장치를 이용한 코팅 전 및 후의 다공성 지지체를 설명하기 위한 모식도이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치를 나타낸 도면이다.

도 4는 도 3의 다공성 지지체 코팅 장치를 이용한 코팅 전 및 후의 다공성 지지체를 설명하기 위한 모식도이다.

도 5는 본 발명의 제2 실시예의 변형예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시예의 다른 변형예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치의 일 부분을 확대하여 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 방법을 나타낸 공정 순서도이다.

도 8은 유체의 수압을 이용한 코팅 과정을 설명하기 위한 공정 모식도이다.

도 9는 실시예 1에 따른 시편에 대한 코팅층 표면을 SEM으로 촬영하여 나타낸 사진이다.

도 10은 실시예 1에 따른 시편의 절단면을 SEM으로 촬영하여 나타낸 사진이다.

도 11은 비교예 1에 따른 시편의 절단면을 SEM으로 촬영하여 나타낸 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

[0018] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치 및 그 코팅 방법에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0019] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치를 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1의 다공성 지지체 코팅 장치를 이용한 코팅 전 및 후의 다공성 지지체를 설명하기 위한 모식도이다.

[0020] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치(200)는 코팅 용액 저장 탱크(210), 지지체 홀더(220), 코팅 챔버(230), 코팅 용액 공급배관(240), 펌프(250), 수압 제어기(260) 및 수용액 배출배관(270)을 포함한다.

[0021] 코팅 용액 저장 탱크(210)는 내부를 관통하는 복수의 채널(125) 및 자체 기공(미도시)을 갖는 다공성 지지체(120)를 코팅하기 위한 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액(145)을 저장하는 역할을 한다. 이때, 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이, 다공성 지지체(120)는 압출 등의 방법에 의해 얻어지는 중공 구조의 채널(channel, 125)과 다공성인 소재 자체가 보유하는 자체 기공을 갖는다. 이러한 코팅 용액 저장 탱크(210)는 다공성 지지체(120)와 이격된 일측 가장자리에 장착될 수 있다. 특히, 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액(145)은 묽은 콜로이드 입자로 이루어진 저 농도의 슬러리를 이용하는 것이 바람직한데, 이는 코팅 용액(145)으로 고 농도의 슬러리를 이용할 경우 코팅 분말의 치밀도가 낮아서 다공성 지지체(120)와 코팅층(도 2의 140) 간의 계면에서 크랙 불량을 야기할 수 있기 때문이다.

[0022] 지지체 홀더(220)는 다공성 지지체(120)의 양측 가장자리를 고정시키기 위한 목적으로 장착된다. 이러한 지지체 홀더(220)는 다공성 지지체(120)의 복수의 채널(125)을 밀봉하도록 설치되는 것이 바람직한데, 이는 코팅 과정에서 코팅 용액 중 코팅용 분말이 제거된 수용액을 지지체 홀더(220)에 연결되는 수용액 배출배관(270)을 통해

코팅 챔버(230)의 외부로 배출시키기 위함이다.

[0023] 코팅 챔버(230)는 다공성 지지체(120) 및 지지체 홀더(220)를 감싸도록 장착되며, 다공성 지지체(120)의 외측 표면을 코팅하기 위한 코팅 공간을 제공한다. 이러한 코팅 챔버(230)는 직육면체 형상을 가질 수 있으나, 이는 예시적인 것이며, 돔 구조 등 다양한 형태가 적용될 수 있다.

[0024] 코팅 용액 공급배관(240)은 코팅 용액 저장 탱크(210) 및 코팅 챔버(230) 사이에서 상호 간을 연결시키도록 장착되어, 코팅 용액 저장 탱크(210) 내부에 저장된 코팅 용액(145)을 코팅 챔버(230)의 내부로 공급하는 역할을 한다. 즉, 코팅 용액 공급배관(240)은 코팅 용액 저장 탱크(210)에 일단이 연통되고, 코팅 챔버(230)에 타단에 연통된다.

[0025] 펌프(250)는 코팅 용액 공급배관(240)에 장착되어, 코팅 용액 저장 탱크(210) 내에 저장된 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액(145)을 코팅 챔버(230)의 내부로 펌핑하는 역할을 한다. 이러한 펌프(250)는 코팅 용액 저장 탱크(210) 및 수압 제어기(260) 사이의 코팅 용액 공급 배관(240)에 장착되는 것이 바람직하나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.

[0026] 수압 제어기(260)는 펌프(250)에 인가되는 주파수의 조절로 수압의 세기를 제어하기 위한 목적으로 장착된다. 이러한 수압 제어기(260)는 펌프(250)의 구동 주파수를 조절하여 원하는 수압으로 코팅 용액 공급배관(240)을 통하여 코팅 챔버(230)의 내부로 공급되는 코팅 용액(145) 압력을 제어하게 된다.

[0027] 수용액 배출배관(270)은 지지체 홀더(220)에 각각 연결된다. 이때, 수용액 배출배관(270)은 코팅 챔버(230)의 외부로 연장되도록 설치되어, 코팅 챔버(230)의 내부에서 코팅되고 잔류하는 수용액을 외부로 배출하는 역할을 한다. 따라서, 코팅 챔버(230)의 내부에서 수압을 이용한 코팅을 실시하게 되면, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이, 코팅용 분말은 다공성 지지체(120)의 외부 표면에 코팅된다. 이때, 코팅 용액 중 코팅용 분말이 제거된 수용액은 다공성 지지체(120)의 복수의 채널(125) 내부 및 지지체 홀더(220)를 통과하여 수용액 배출배관(270)을 통해 코팅 챔버(230)의 외부로 배출된다.

[0028] 이때, 수압을 이용한 코팅시, 코팅 용액(145)을 일정한 압력으로 공급하면서 필터링하는 방식으로 코팅을 실시하는 것이 바람직하다. 만일, 압력이 너무 낮으면 치밀한 코팅층(140)을 형성하기 어렵고, 압력이 너무 높으면 다공성 지지체(120)의 파손 및 코팅층(140)의 두께 증가를 야기할 수 있다. 따라서, 코팅시 일정한 압력으로는 0.01 ~ 3bar, 보다 바람직하게는 0.5 ~ 1.5bar를 적용하는 것이 적절하다.

[0029] 또한, 본 단계에서, 코팅 시간이 증가함에 따라 코팅층(140)의 두께가 두꺼워지나, 과도한 코팅 시간은 압력 증가를 발생시킬 수 있으므로 적정 시간으로 코팅을 실시하는 것이 적절하다.

[0030] 전술한 본 발명의 제1 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치는 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액에 수압을 부가하는 방식으로 다공성 지지체의 외부 표면에 분사하여 코팅용 분말 입자가 필터링 방식으로 코팅이 되도록 하는 것에 의해 모든 방향에서 균일한 밀도로 코팅이 이루어질 수 있는 바, 접착성이 우수하면서 밀도가 높아 적층된 분말의 치밀도가 높아 건조 및 소결 시 수축율을 극복하여 결함이 억제된 코팅층을 형성할 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명의 제1 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치는 압출 성형에 의해 복잡한 형상으로 제조되는 다공성 지지체의 외측 표면에 대하여 선택적으로 코팅을 실시하는 것이 가능하므로 다층 기공 구조의 분리막 제조에 탁월한 효과를 가질 뿐만 아니라, 다공성 지지체가 복잡한 형상을 갖더라도 복수의 기공에서 잡아 당기는 힘에 의하여 다공성 지지체의 외측 표면에 치밀하면서도 균일한 코팅을 실시하는 것이 가능해질 수 있다.

[0032] 한편, 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치를 나타낸 도면이고, 도 4는 도 3의 다공성

지지체 코팅 장치를 이용한 코팅 전 및 후의 다공성 지지체를 설명하기 위한 모식도이다.

[0033] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치(300)는 코팅 용액 저장 탱크(310), 지지체 홀더(320), 코팅 챔버(330), 코팅 용액 공급배관(340), 펌프(350), 수압 제어기(360) 및 수용액 배출배관(370)을 포함한다.

[0034] 코팅 용액 저장 탱크(310)는 내부를 관통하는 복수의 채널(125) 및 자체 기공(미도시)을 갖는 다공성 지지체(120)를 코팅하기 위한 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액(145)을 저장하는 역할을 한다. 이때, 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이, 다공성 지지체(120)는 압출 등의 방법에 의해 얻어지는 중공 구조의 채널(125)과 다공성인 소재 자체가 보유하는 자체 기공을 갖는다. 이러한 코팅 용액 저장 탱크(310)는 다공성 지지체(120)와 이격된 일측 가장자리에 장착될 수 있다. 특히, 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액(145)은 묽은 콜로이드 입자로 이루어진 저 농도의 슬러리를 이용하는 것이 바람직한데, 이는 코팅 용액(145)으로 고 농도의 슬러리를 이용할 경우 코팅 분말의 치밀도가 낮아서 다공성 지지체(120)와 코팅층(도 4의 140) 간의 계면에서 크랙 불량을 야기할 수 있기 때문이다.

[0035] 지지체 홀더(320)는 다공성 지지체(120)의 양측 가장자리를 고정시키는 역할을 한다. 이러한 지지체 홀더(320)는 다공성 지지체(120)의 복수의 채널(125)을 밀봉하도록 설치되는 것이 바람직한데, 이는 코팅 과정에서 코팅 용액 중 코팅용 분말이 제거된 수용액을 코팅 챔버(330)의 일측에 장착되는 수용액 배출배관(370)을 통해 코팅 챔버(330)의 외부로 배출시키기 위함이다.

[0036] 코팅 챔버(330)는 다공성 지지체(120) 및 지지체 홀더(320)를 감싸도록 장착되며, 다공성 지지체(120)의 복수의 채널(125) 내벽을 코팅하기 위한 코팅 공간을 제공한다. 이러한 코팅 챔버(330)는 직육면체 형상을 가질 수 있으나, 이는 예시적인 것이며, 돔 구조 등 다양한 형태가 적용될 수 있다.

[0037] 코팅 용액 공급배관(340)은 코팅 용액 저장 탱크(310) 및 지지체 홀더(320) 사이에서 상호 간을 연결시키는 폐 순환 구조로 장착되어, 코팅 용액 저장 탱크(310)의 내부에 저장된 코팅 용액(145)을 다공성 지지체(120)의 복수의 채널(125) 내벽으로 공급하는 역할을 한다. 이와 같이, 코팅 용액 저장 탱크(310) 및 지지체 홀더(320) 사이에서 상호 연결되는 폐 순환 구조로 코팅 용액 공급배관(340)을 설치할 경우, 지속적으로 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액(145)을 순환시키는 것이 가능해질 수 있는 구조적인 이점으로 균일한 코팅을 유도할 수 있게 된다.

[0038] 펌프(350)는 코팅 용액 공급배관(340)에 장착되어, 코팅 용액 저장 탱크(310) 내에 저장된 코팅 용액(145)을 코팅 챔버(330)의 내부로 펌핑하기 위한 목적으로 장착된다. 이러한 펌프(350)는 코팅 용액 저장 탱크(310) 및 수압 제어기(360) 사이의 코팅 용액 공급 배관(340)에 장착되는 것이 바람직하나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.

[0039] 수압 제어기(360)는 펌프(350)에 인가되는 주파수의 조절로 수압의 세기를 제어하는 역할을 한다. 이러한 수압 제어기(360)는 펌프(350)의 구동 주파수를 조절하여 원하는 수압으로 코팅 용액 공급배관(340) 및 지지체 홀더(320)를 통하여 다공성 지지체(120)의 복수의 채널(125) 내부로 공급되는 코팅 용액(145)의 압력을 제어하게 된다.

[0040] 수용액 배출배관(370)은 코팅 챔버(330)의 일측에 장착되어, 코팅 챔버(330)의 내부에서 코팅되고 잔류하는 수용액을 배출하는 역할을 한다. 따라서, 코팅 챔버(330)의 내부에서 수압을 이용한 코팅을 실시하게 되면, 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이, 코팅용 분말은 다공성 지지체(120)의 복수의 채널(125) 내벽에 코팅된다. 이때, 코팅 용액 중 코팅용 분말이 제거된 수용액은 다공성 지지체(120)의 자체 기공을 통해 코팅 챔버(330)의 일측에

장착된 수용액 배출배관(370)을 통해 코팅 챔버(330)의 외부로 배출된다.

[0041] 이때, 수압을 이용한 코팅시, 코팅 용액(145)을 일정한 압력으로 공급하면서 필터링하는 방식으로 코팅을 실시하는 것이 바람직하다. 만일, 압력이 너무 낮으면 치밀한 코팅층(140)을 형성하기 어렵고, 압력이 너무 높으면 다공성 지지체(120)의 파손 및 코팅층(140)의 두께 증가를 야기할 수 있다. 따라서, 코팅시 일정한 압력으로는 0.01 ~ 3bar, 보다 바람직하게는 0.5 ~ 1.5bar를 적용하는 것이 적절하다.

[0042] 또한, 본 단계에서, 코팅 시간이 증가함에 따라 코팅층(140)의 두께가 두꺼워지나, 과도한 코팅 시간은 압력 증가를 발생시킬 수 있으므로 적정 시간으로 코팅을 실시하는 것이 적절하다.

[0043] 한편, 도 5는 본 발명의 제2 실시예의 변형예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치를 나타낸 도면이다.

[0044] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예의 변형예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치(300)는 도 3 및 도 4를 참조하여 설명한 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치(도 3의 300)와 실질적으로 동일한 구성을 갖는다.

[0045] 다만, 본 발명의 제2 실시예의 변형예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치(300)의 경우, 다공성 지지체(120) 및 지지체 홀더(320)는 복수개가 각각 평행하게 이격 배치되는 병렬 구조로 코팅 용액 공급배관(340)에 연결되는 구성을 갖는다.

[0046] 이와 같이, 복수의 지지체 홀더(320)를 코팅 용액 공급배관(340)에 의해 병렬적으로 연결되는 구조로 설계할 경우, 한 번에 복수개의 다공성 지지체(120)에 대하여 코팅하는 것이 가능해질 수 있으므로 코팅을 위한 비용 및 시간을 현저히 절감할 수 있게 된다.

[0047] 도 6은 본 발명의 제2 실시예의 다른 변형예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치의 일 부분을 확대하여 나타낸 도면이다.

[0048] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예의 다른 변형예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치(300)는 도 5을 참조하여 도시하고 설명한 제2 실시예의 변형예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치(도 5의 300)와 실질적으로 동일한 구성을 갖는다.

[0049] 다만, 본 발명의 제2 실시예의 다른 변형예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치(300)는, 제2 실시예의 변형예와 달리, 복수의 다공성 지지체(120) 및 복수의 필터링 홀더(320) 각각이 상호 동일한 모노리스형 구조를 갖는다.

[0050] 전술한 본 발명의 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치는 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액에 수압을 부가하는 방식으로 다공성 지지체의 복수의 채널 내부에 분사하여 코팅용 분말 입자가 필터링 방식으로 코팅이 되도록 하는 것에 의해 모든 방향에서 균일한 밀도로 코팅이 이루어질 수 있는 바, 접착성이 우수하면서 밀도가 높아 적층된 분말의 치밀도가 높아 건조 및 소결 시 수축율을 극복하여 결함이 억제된 코팅층을 형성할 수 있다.

[0051] 또한, 본 발명의 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치는 압출 성형에 의해 복잡한 형상으로 제조되는 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽에 대하여 선택적으로 코팅을 실시하는 것이 가능하므로 다층 기공 구조의 분리막 제조에 탁월한 효과를 가질 뿐만 아니라, 다공성 지지체가 복잡한 형상을 갖더라도 복수의 기공에서 잡아 당기는 힘에 의하여 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽에 치밀하면서도 균일한 코팅을 실시하는 것이 가능해질 수 있다.

[0052] 또한, 본 발명의 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 장치는 복수의 다공성 지지체 및 복수의 지지체 홀더가 코팅 용액 공급 배관에 의해 병렬적으로 연결되는 구조를 가짐으로써, 한 번에 복수개의 다공성 지지체에 대하여 코팅하는 것이 가능해질 수 있으며, 코팅을 위한 비용 및 시간을 현저히 절감할 수 있다.

[0053] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 따른 다공성 지지체 코팅 방법에 대하여 설명하도록 한다.

[0054] 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 방법을 나타낸 공정 순서도로, 도 1과 연계하여 설명하도록 한다.

[0055] 도 1 및 도 7을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 방법은 장입 단계(S110), 코팅 단계(S120)와 건조 및 소결 단계(S130)를 포함한다.

[0056] 장입

[0057] 장입 단계(S110)에서는 내부를 관통하는 복수의 채널(125) 및 자체 기공(미도시)을 갖는 다공성 지지체(120)를 지지체 홀더(220)에 고정시킨 상태로 코팅 챔버(230)의 내부에 장입한다.

[0058] 이때, 다공성 지지체(120)는 압출 등의 방법에 의해 얻어지는 중공 구조의 채널(125)과 다공성인 소재 자체가 보유하는 자체 기공을 갖는다. 이러한 다공성 지지체(120)는 세라믹 분말 및 기공 형성제를 포함하는 혼합분말을 이용하여 복수의 채널을 갖는 성형체를 형성한 후, 성형체를 건조 및 소결하는 것에 의해 제조될 수 있다. 이러한 혼합분말은 세라믹 분말 및 기공 형성제 등을 습식 혼합, 예를 들어 볼 밀링(ball milling), 유성 밀링(planetary milling) 및 어트리션 밀링(attrition milling) 중 어느 하나의 방법을 통하여 균일하게 혼합하는 것에 의해 형성될 수 있다.

[0059] 세라믹 분말의 종류는 세라믹 분리막의 제조에 사용되는 공지의 재료라면 특별히 제한되지 않는다. 예를 들어, 세라믹 분말로는 규조토(Diatomite), 질화알루미늄(AlN), 질화규소(Si_3N_4), 탄화규소(SiC), 탄화지르코늄(ZrC), 탄화 텅스텐(WC), 알루미나(Al_2O_3), 코디어라이트(Cordierite), 뮬라이트(Mullite), 지르코니아(ZrO_2) 등에서 선택된 1종 이상이 사용될 수 있다.

[0060] 기공 형성제는 소결 공정에서 열분해되어 제거되고 기공을 형성할 수 있는 유기 기공 형성제라면 특별히 그 종류가 제한되지 않으며, 그 구체적인 예로서 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), PMMA(Poly(methyl methacrylate)), 전분(starch), 폴리스티렌(polystyrene) 등에서 선택된 어느 하나가 이용될 수 있다.

[0061] 또한, 다공성 지지체(120)는 강도 증진제를 더 포함할 수 있다. 강도 증진제로는 소듐 보레이트($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$), 칼슘 카바이드(CaC_2), BaO, SrO 및 CaO 중 선택된 1종 이상이 이용될 수 있다.

[0062] 코팅

[0063] 코팅 단계(S120)에서는 코팅 챔버(230)의 내부로 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액(145)이 분사되도록 수압을 이용한 필터링 방식으로 다공성 지지체(120)의 외부 표면에 코팅을 실시하여 코팅층(140)을 형성한다.

[0064] 이때, 종래에는 다공성 지지체(120)에 액상의 코팅 용액을 딥 코팅 방식으로 코팅을 실시하였으나, 이 경우 코팅 분말의 치밀도가 낮아서 건조 및 소결시 수축율의 증대로 인하여 크랙 등의 결함을 유발하는 문제가 있었다.

[0065] 이와 달리, 본 발명에서는 수압을 이용한 필터링 방식으로 다공성 지지체(120)의 외부 표면에 코팅을 실시하는 것에 의해 접착성 및 코팅 분말의 치밀도의 향상으로 건조나 소결시 수축율의 감소로 결함 발생을 억제할 수 있게 된다.

[0066] 즉, 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅을 실시하게 되면, 코팅용 분말은 다공성 지지체(120)의 외부 표면에 코팅된다. 이때, 코팅 용액 중 코팅용 분말이 제거된 수용액은 다공성 지지체(120)의 복수의 채널(125) 내부 및 지지체 홀더(220)를 통과한 후, 수용액 배출배관(270)을 통해 코팅 챔버(230)의 외부로 배출된다.

[0067] 도 8은 유체의 수압을 이용한 코팅 과정을 설명하기 위한 공정 모식도로 이를 참조하여 보다 구체적으로 설명하도록 한다.

[0068] 도 8에 도시된 바와 같이, 코팅용 입자가 포함된 코팅 용액(145)을 유체의 압력 또는 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅을 실시할 경우, 유체 내에서 가해지는 압력은 모든 부분에 균일하게 작용하기 때문에 모든 방향에서 균일한 밀도로 코팅이 이루어질 수 있으므로, 접착성이 우수하면서 고 밀도의 치밀한 코팅이 가능해질 수 있는 바, 건조 및 소결 시 수축율을 극복하여 결함이 억제된 코팅층(140)을 형성할 수 있게 된다.

[0069] 이와 같이, 다공성 지지체(120)에 대하여 유체의 압력 또는 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅을 실시하게 되면, 코팅 용액(145)이 다공성 지지체(120)의 기공을 막아 코팅층(140)의 두께와 무관하게 최대기공크기가 결정

될 수 있다. 이때, 코팅 용액(145)은 묽은 콜로이드 입자로 이루어진 저 농도의 슬러리를 이용하는 것이 바람직하다.

[0070] 또한, 본 발명에서와 같이, 코팅 용액(145)을 유체의 압력 또는 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅을 실시할 경우, 압출 성형에 의해 복잡한 형상으로 제조되는 다공성 지지체(120)의 외측 표면에 대하여 선택적으로 코팅을 실시하는 것이 가능하므로 다층 기공 구조의 분리막 제조에 탁월한 효과를 가질 뿐만 아니라, 다공성 지지체(120)가 복잡한 형상을 갖더라도 복수의 기공에서 잡아 당기는 힘에 의하여 다공성 지지체(120)의 외측 표면에 치밀하면서도 균일한 코팅을 수행하는 것이 가능해질 수 있다.

[0071] 특히, 코팅층(140)의 치밀도는 다공성 지지체(120)의 기공율 및 평균 기공 크기에 따라 수압의 변화를 유발시키는 것에 의해 조절된다.

[0072] 이때, 유체의 압력 또는 수압을 이용한 코팅은 코팅 용액(145)을 일정한 압력으로 공급하면서 필터링하는 방식으로 실시하는 것이 바람직하다. 만일, 압력이 너무 낮으면 치밀한 코팅층(140)을 형성하기 어렵고, 압력이 너무 높으면 다공성 지지체(120)의 파손 및 코팅층(140)의 두께 증가를 야기할 수 있다. 따라서, 코팅시 초기 압력으로는 0.01 ~ 3bar, 보다 바람직하게는 0.5 ~ 1.5bar를 적용하는 것이 적절하다.

[0073] 또한, 본 단계에서, 코팅 시간이 증가함에 따라 코팅층(140)의 두께가 두꺼워지나, 과도한 코팅 시간은 압력 증가를 발생시킬 수 있으므로 적정 시간으로 코팅을 실시하는 것이 적절하다.

[0074] 건조 및 소결

[0075] 도 1 및 도 7을 다시 참조하면, 건조 및 소결 단계(S130)에서는 코팅층(140)이 형성된 다공성 지지체(120)를 코팅 챔버(230)의 외부로 반출한 후, 건조 및 소결한다. 이때, 건조는 상온건조, 마이크로웨이브 건조, 동결건조, 용매 건조, 섬광 건조 등에서 선택된 어느 하나의 방법이 이용될 수 있다. 그리고, 소결은 대기압 분위기, 진공 분위기, 환원 분위기, 불활성 분위기 등에서 선택된 어느 하나의 조건으로 실시될 수 있다.

[0076] 한편, 본 발명의 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 방법은 제1 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 방법과 실질적으로 동일한바, 도 3 및 도 7을 참조하여 중복 설명은 생략하고 차이점에 대해서만 설명하도록 한다.

[0077] 도 3 및 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 방법의 경우, 코팅 단계(S120)를 제외하고는 제1 실시예의 방법과 실질적으로 동일하므로, 중복 설명은 생략하도록 한다.

[0078] 코팅 단계(S120)에서는 코팅 챔버(330)의 내부로 코팅용 분말이 포함된 코팅 용액(140)이 분사되도록 수압을 이용한 필터링 방식으로 다공성 지지체(120)의 복수의 채널(125) 내벽에 코팅을 실시하여 코팅층(140)을 형성한다.

[0079] 즉, 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅을 실시하게 되면, 코팅용 분말은 다공성 지지체(120)의 복수의 채널(125) 내벽에 코팅된다. 이때, 코팅 용액 중 코팅용 분말이 제거된 수용액은 다공성 지지체(120)의 자체 기공을 통해 코팅 챔버(330)의 일측에 장착된 수용액 배출배관(370)을 통해 코팅 챔버(330)의 외부로 배출된다.

[0080] 전술한 본 발명의 제1 및 제2 실시예들에 따른 다공성 지지체 코팅 방법은 코팅 용액을 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅을 실시하는 것에 의해 모든 방향에서 균일한 밀도로 코팅이 이루어질 수 있는바, 접착성이 우수하면서 적층된 분말의 치밀도가 높아 건조 및 소결 시 수축율을 극복하여 결함이 억제된 코팅층을 형성할 수 있다.

[0081] 또한, 본 발명의 제1 및 제2 실시예들에 따른 다공성 지지체 코팅 방법은 압출 성형에 의해 복잡한 형상으로 제조되는 다공성 지지체의 외측 표면 또는 복수의 채널 내벽에 대하여 선택적으로 코팅을 실시하는 것이 가능하므로 다층 기공 구조의 분리막 제조에 탁월한 효과를 가질 뿐만 아니라, 다공성 지지체가 복잡한 형상을 갖더라도 복수의 기공에서 잡아 당기는 힘에 의하여 다공성 지지체의 외측 표면 또는 복수의 채널 내벽에 치밀하면서도 균일한 코팅을 수행하는 것이 가능해질 수 있다.

[0082] 따라서, 본 발명의 제1 또는 제2 실시예에 따른 다공성 지지체 코팅 방법에 의해 제조되는 다공성 세라믹 분리

막은 복수의 기공을 갖는 다공성 지지체와, 다공성 지지체 상에 코팅되며, 복수의 기공보다 작은 기공을 갖는 코팅층을 포함한다. 이때, 코팅층의 기공은 다공성 지지체의 기공에 비하여 평균 직경이 1/3 이하의 크기를 갖는다.

[0083] **실시예**

[0084] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 통해 본 발명의 구성 및 작용을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는 본 발명의 바람직한 예시로 제시된 것이며 어떠한 의미로도 이에 의해 본 발명이 제한되는 것으로 해석될 수는 없다.

[0085] 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략하기로 한다.

[0086] **1. 다공성 지지체 코팅**

[0087] 실시예 1

[0088] 물 180g, 0.3㎛ 크기의 Al_2O_3 20g, 분산제로서 Darvan-C 0.06g 및 유기바인더로서 PVA 0.5g을 알루미나 볼과 함께 폴리프로필렌 용기에 넣어 24시간 동안 볼 밀링을 실시하였다. 이러한 볼 밀링에 의해 수득한 슬러리를 Al_2O_3 기준으로 0.05wt%가 되도록 슬러리 5g을 증류수 995g에 희석하여 코팅 용액을 제조하였다.

[0089] 다음으로, 다공성 지지체가 장입된 코팅 챔버의 내부로 코팅 용액을 1.5 bar의 초기 압력 및 20sec의 시간 조건으로 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅을 실시하여 다공성 지지체의 외부 표면에 코팅층을 형성하였다.

[0090] 다음으로, 코팅층이 형성된 다공성 지지체를 코팅 챔버의 외부로 반출시킨 후, 65℃에서 20시간 동안 건조한 후, 대기 분위기에서 5℃/min의 속도로 승온시켜 1200℃에서 90분 동안 소결하여 다공성 세라믹 분리막을 제조하였다.

[0091] 실시예 2

[0092] 1 bar의 초기 압력 및 10sec 의 시간 조건으로 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅을 실시하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 다공성 세라믹 분리막을 제조하였다.

[0093] 실시예 3

[0094] 다공성 지지체가 장입된 코팅 챔버의 내부로 코팅 용액을 1 bar의 초기 압력 및 30sec의 시간 조건으로 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅을 실시하여 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽에 코팅층을 형성한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 다공성 세라믹 분리막을 제조하였다.

[0095] 실시예 4

[0096] 다공성 지지체가 장입된 코팅 챔버의 내부로 코팅 용액을 0.5 bar의 초기 압력 및 30sec의 시간 조건으로 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅을 실시하여 다공성 지지체의 복수의 채널 내벽에 코팅층을 형성한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 다공성 세라믹 분리막을 제조하였다.

[0097] 비교예 1

[0098] 물 180g, 0.3㎛ 크기의 Al_2O_3 20g, 분산제로서 Darvan-C 0.06g 및 유기바인더로서 PVA 0.5g을 알루미나 볼과 함께 폴리프로필렌 용기에 넣어 24시간 동안 볼 밀링을 실시하였다. 이러한 볼 밀링에 의해 수득한 슬러리를 Al_2O_3 기준으로 0.1wt%가 되도록 슬러리 10g을 증류수 990g에 희석하여 코팅 용액을 제조하였다.

[0099] 다음으로, 다공성 지지체에 대하여 코팅 용액을 딥 코팅(dip coating) 방식으로 5회 동안 실시하여 코팅층을 형성하였다.

[0100] 다음으로, 코팅층이 형성된 다공성 지지체를 65℃에서 20시간 동안 건조한 후, 대기 분위기에서 5℃/min의 속도로 승온시켜 1200℃에서 90분 동안 소결하여 다공성 세라믹 분리막을 제조하였다.

[0101] **2. 기공 측정 평가**

[0102] 표 1은 실시예 1 ~ 4 및 비교예 1에 따른 시편들에 대한 코팅층의 기공 크기 및 코팅층의 두께를 측정한 결과를 나타낸 것이다.

[0103] [표 1]

구분	지지체 기공 크기 (㎛)	코팅층 기공 크기 (㎛)	코팅층 두께 (㎛)
실시예 1	1.04	0.13	21.3
실시예 2	1.04	0.15	11.2
실시예 3	1.04	0.14	25.6
실시예 4	1.04	0.16	20.8
비교예 1	1.04	0.57	30.1

[0104]

[0105] 표 1을 참조하면, 실시예 1 ~ 4에 따른 시편들의 경우, 코팅층의 기공 크기는 0.13 ~ 0.16㎛로 측정되었다.

[0106] 반면, 비교예 1에 따른 시편의 경우, 코팅층의 기공 크기가 실시예 1 ~ 4에 따른 시편들에 비하여 상당히 큰 값에 해당하는 0.57㎛로 측정되었으며, 이 결과 비교예 1에 따른 시편의 미세조직 관찰 결과 다공성 지지체와 코팅층의 계면에서 크랙이 발생하였다.

[0107] 이때, 실시예 1 ~ 4 및 비교예 1에 따른 시편들의 경우, 코팅층의 두께가 압력 및 코팅 시간에 따라 약간의 차이를 나타내기는 하였으나, 코팅 시간이 증가함에 따라 코팅층의 두께가 증가하는 경향을 나타내었다.

[0108] **3. 미세조직 관찰**

[0109] 도 6은 실시예 1에 따른 시편에 대한 코팅층 표면을 SEM으로 촬영하여 나타낸 사진이고, 도 7은 실시예 1에 따른 시편의 절단면을 SEM으로 촬영하여 나타낸 사진이다. 또한, 도 8은 비교예 1에 따른 시편의 절단면을 SEM으로 촬영하여 나타낸 사진이다.

[0110] 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 실시예 1에 따른 시편의 경우, 유체의 수압을 이용한 필터링 방식으로 코팅을 실시하는 것에 의해 코팅 입자들이 치밀하게 형성되어, 코팅 입자들이 다공성 지지체의 기공을 막고 있는 것을 알 수 있다.

[0111] 이때, 다공성 지지체 상에 코팅층이 치밀하게 적층되어, 다공성 지지체와 코팅층 간의 계면이 크랙의 존재 없이 매끄럽게 존재하는 것을 확인할 수 있다.

[0112] 반면, 도 8에 도시된 바와 같이, 비교예 1에 따른 시편의 경우 다공성 지지체와 코팅층의 계면에서 크랙이 발생한 것을 확인할 수 있는데, 이는 압력이 가해지지 않아 치밀하지 않은 코팅층이 형성되었기 때문인 것으로 판단

된다.

[0113] 이상에서는 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 기술자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형은 본 발명이 제공하는 기술 사상의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0114] 200, 300 : 다공성 지지체 코팅 장치 210, 310 : 코팅 용액 저장 탱크

220, 320 : 지지체 홀더 230, 330 : 코팅 챔버

240, 340 : 코팅 용액 공급배관 250, 350 : 펌프

260, 360 : 수압 제어기 260, 360 : 수용액 배출배관

120 : 다공성 지지체 125 : 채널

140 : 코팅층 145 : 코팅 용액

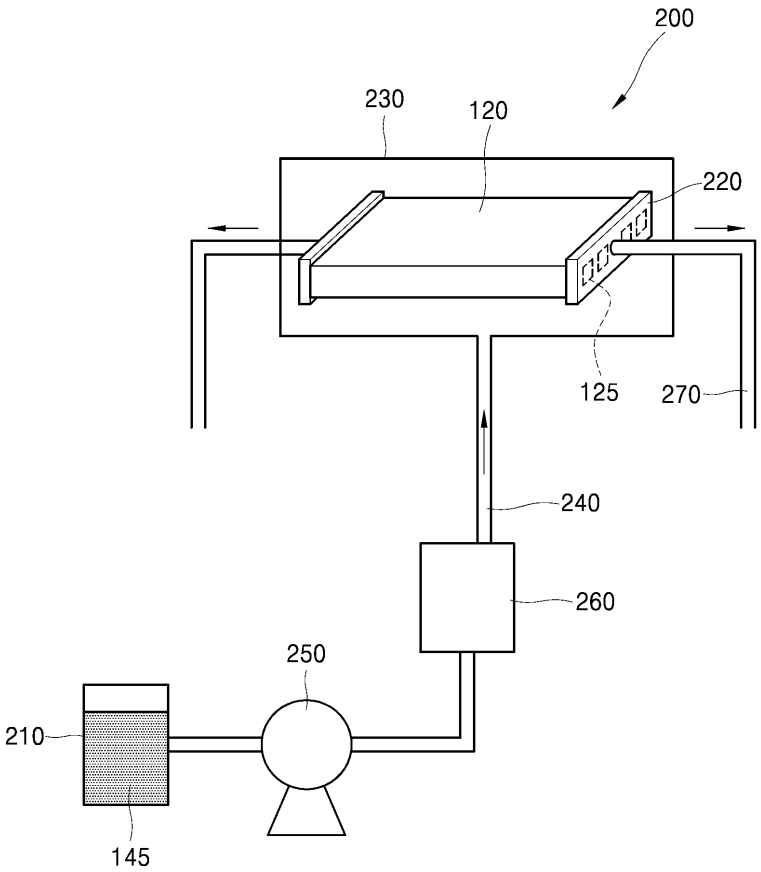
S110 : 장입 단계

S120 : 코팅 단계

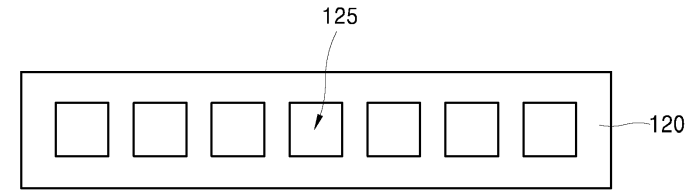
S130 : 건조 및 소결 단계

도면

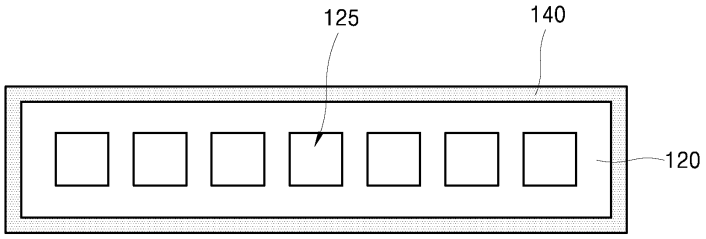
도면1



도면2

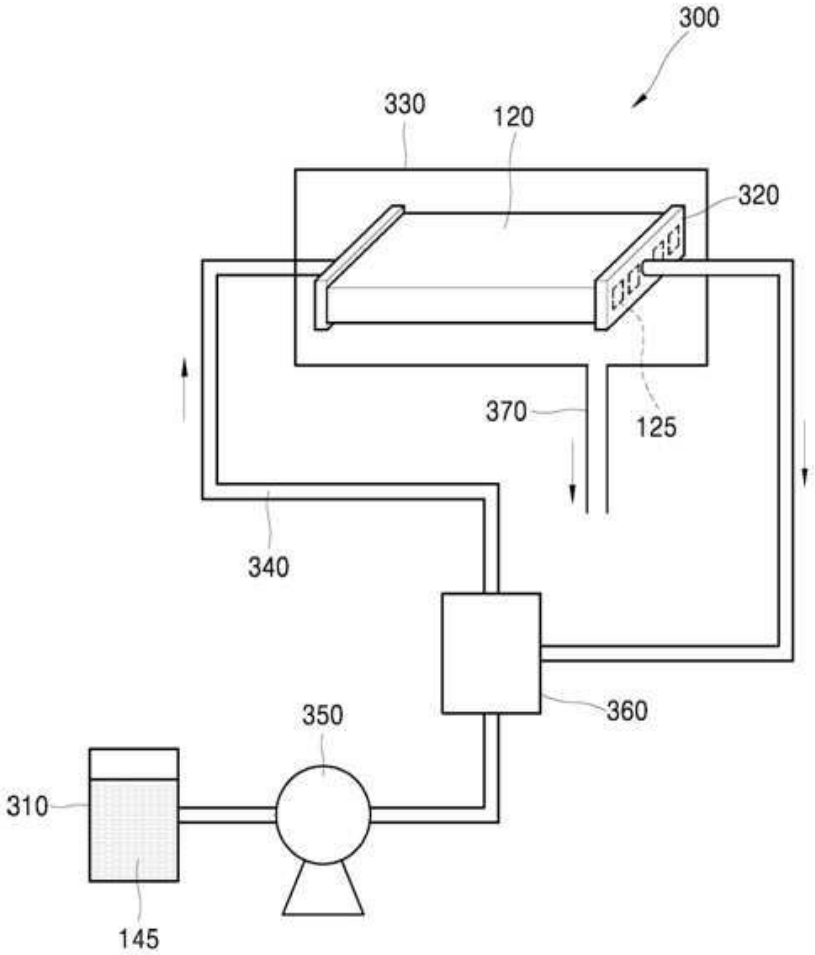


(a)

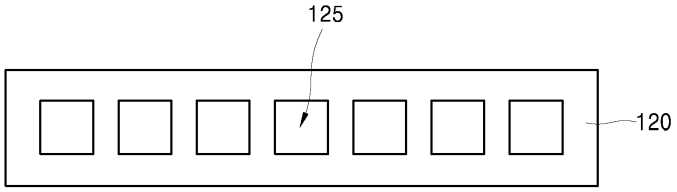


(b)

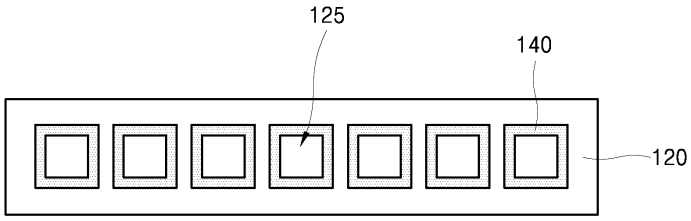
도면3



도면4

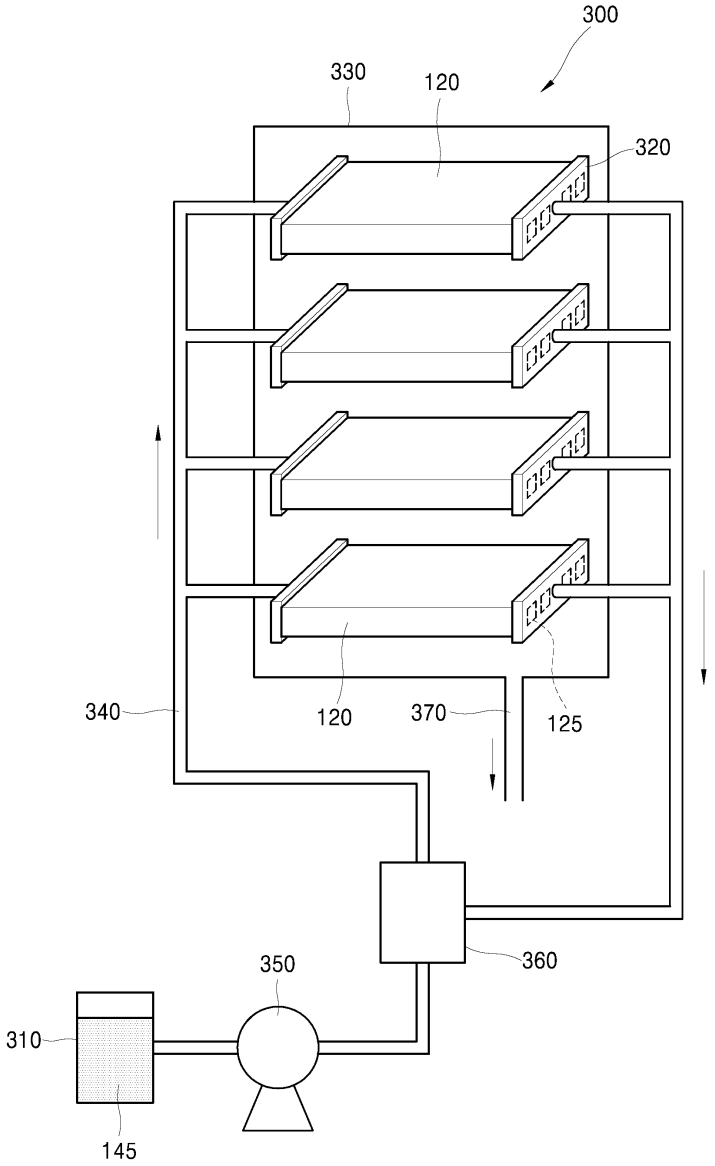


(a)

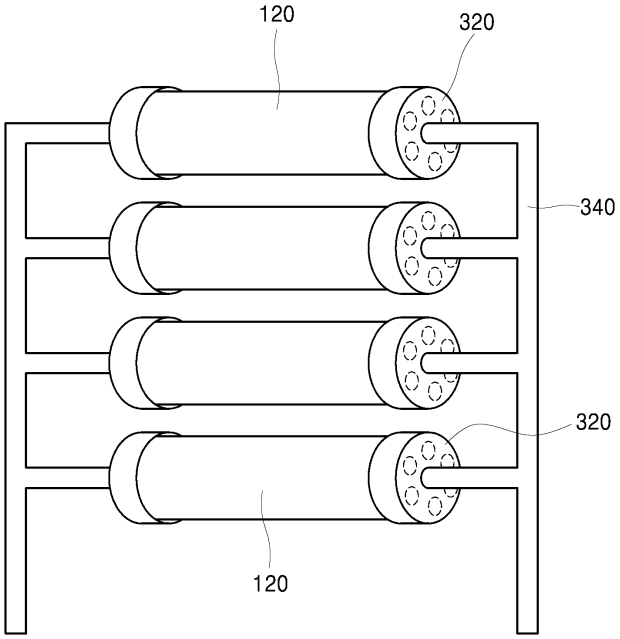


(b)

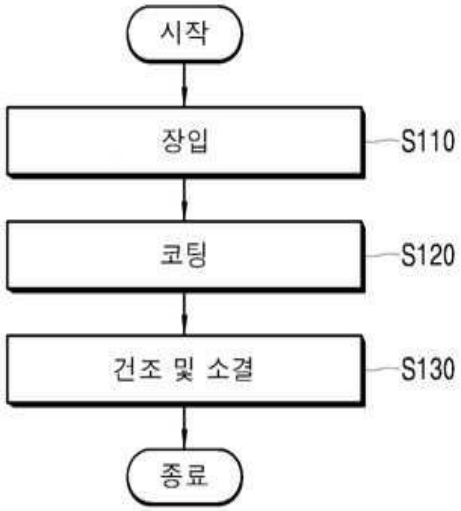
도면5



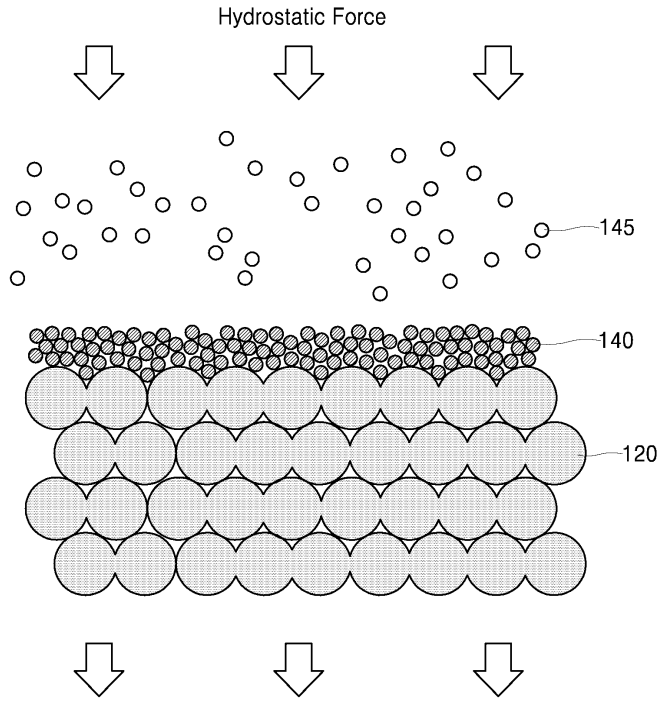
도면6



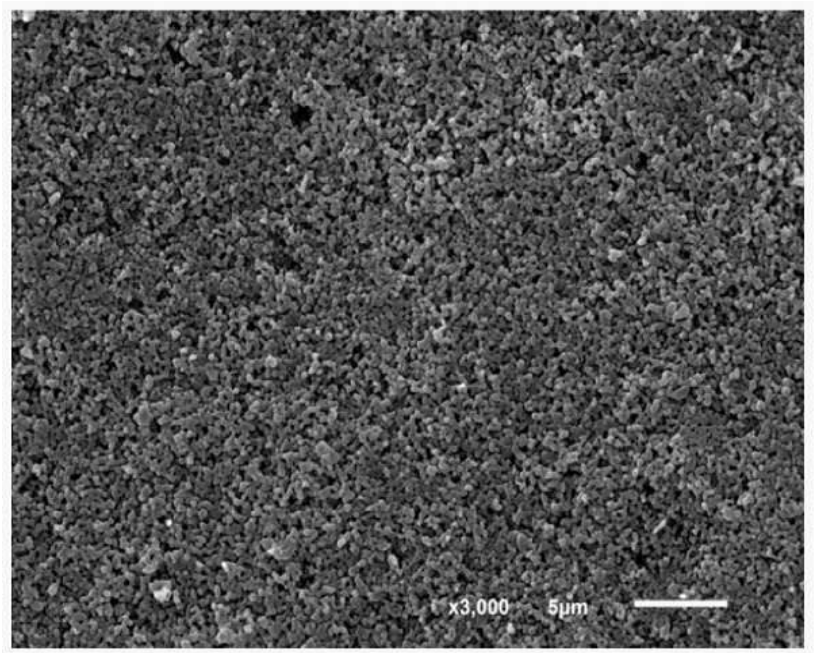
도면7



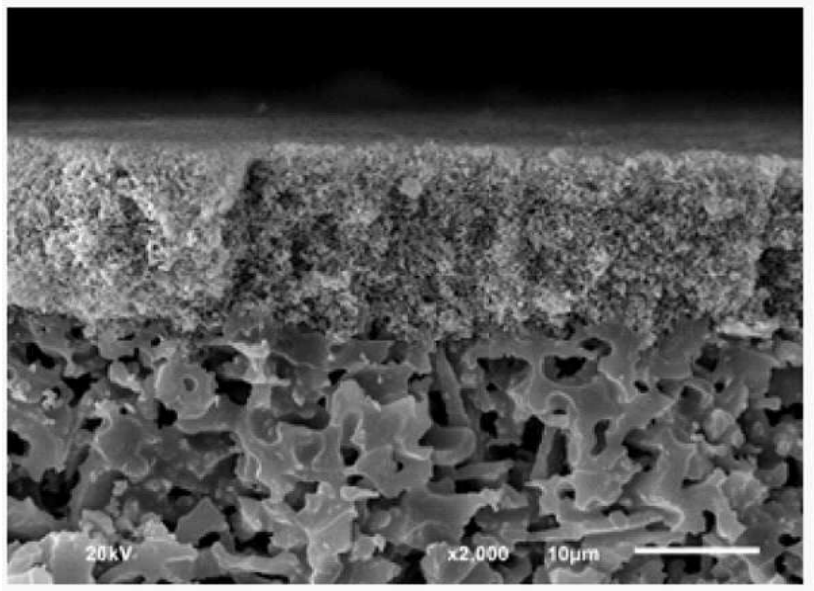
도면8



도면9



도면10



도면11

