(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0120545
(43) 공개일자 2024년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F28F 13/18 (2006.01) *B05D 3/10* (2006.01)
B08B 9/032 (2006.01) *C01B 32/184* (2017.01)
C23F 1/16 (2006.01) *F28D 21/00* (2006.01)
F28F 1/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F28F 13/185 (2013.01)
B05D 3/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0013289
(22) 출원일자 2023년01월31일
심사청구일자 2023년01월31일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
김덕종
경남 진주시 가호로 26
정애림
경남 사천시 각산로 35
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김종석

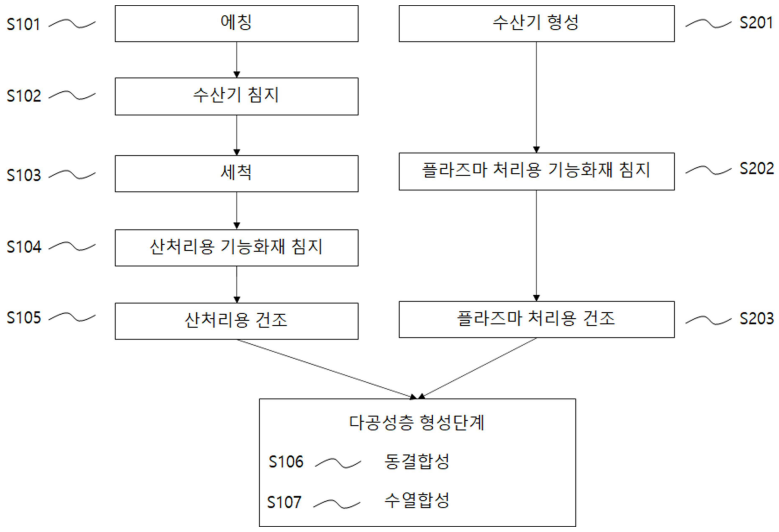
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 발명의 명칭 **관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법 및 이를 이용하여 제조된 다공성층이 구비되는 관**

(57) 요 약

본 발명은 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법 및 이를 이용하여 제조된 다공성층이 구비되는 관에 관한 것으로, 관 외벽에 기능화재 층을 도포한 후 상기 기능화재 층이 도포된 관 위에 다공성층을 합성하여 다공성층과 관 외부 표면 간 결합력을 확보함으로써 관 외벽에 형성되는 다공성층이 관 내부 유체와 관 외부 유체간의 열 및 물질 전달 촉진에 기여 할 수 있는 효과가 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B08B 9/0321 (2013.01)
C01B 32/184 (2017.08)
C23F 1/16 (2013.01)
F28D 21/00 (2013.01)
F28F 1/10 (2013.01)
B05D 2350/40 (2013.01)
F28D 2021/0022 (2013.01)
(72) 발명자
한승훈
경남 창원시 마산회원구 내서읍 호원로 361-3
배강현
경남 김해시 월산로 111-48
다발쿠마르 니틴찬드라 조시
경남 진주시 가좌길60번길 14-1

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180555
과제번호	20212050100010
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지수요관리핵심기술개발(에특)
연구과제명	전기화학적 압축기를 이용한 화학흡착식 히트펌프 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국기계연구원
연구기간	2022.05.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

열 교환기용 관을 씻어 질산(HNO_3)과 증류수를 채운 후, 초음파 처리를 통해 관 표면의 이물질을 제거하는 에칭단계;

상기 이물질이 제거된 관에 수산기(-OH)를 포함하는 침지용액을 추가하여 침지하는 수산기 침지단계;

상기 침지용액이 추가된 관을 상온에서 냉각시킨 후 증류수와 에탄올로 상기 관 표면을 세척하는 세척단계;

상기 세척된 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 침지하여 아민기를 형성한 후 에탄올로 세척하는 산처리용 기능화재 침지단계;

상기 아민기가 형성된 관의 표면 수분을 제거하고 건조하는 산처리용 건조단계; 및

동결합성 또는 수열합성 중 선택된 어느 하나의 합성 방법에 의해 상기 아민기가 형성된 관 외부에 다공성층을 형성하는 다공성층 형성단계;를 포함하는 것을 특징으로 하여 산처리를 통해 관에 상기 기능화재를 도포하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 에칭단계에서 상기 질산(HNO_3)은,

10 %(w/w)의 30 mL이고, 상기 증류수는 다공성층을 형성할 높이까지 채우는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 에칭단계에서 상기 초음파 처리는,

15 내지 25 분 동안 수행하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 수산기 침지단계에서 상기 수산기(-OH)를 포함하는 침지용액은,

과산화수소수(H_2O_2) 및 암모니아수(NH_4OH)인 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 과산화수소수(H_2O_2)은 10 %(w/w)이고, 상기 이물질이 제거된 관의 높이까지 채워 40 내지 50 분 동안 침지

하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 암모니아수(NH_4OH)는 상기 과산화수소수(H_2O_2)를 40 내지 50 분 동안 침지 후 2.0 내지 3.0 mL까지 추가하여 침지하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 산처리용 기능화재 침지단계는,

상기 세척된 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 25 내지 35 분 동안 침지하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 산처리용 건조단계는,

110 내지 130 ℃에서 25 내지 35 분 동안 건조하여 수행하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 다공성층 형성단계에서 상기 동결합성 단계는,

상기 아민기가 형성된 관에 주형을 결합하여 상기 관과 주형 사이 공간에 다공성층을 형성할 분산액을 주입하는 제6-1단계;

상기 아민기가 형성된 관의 내부에 냉각 유체를 주입한 후 상기 냉각 유체로 상기 관을 냉각하는 제6-2단계;

상기 냉각 유체를 상기 아민기가 형성된 관의 내부로 유동시켜 상기 관의 외부에 주입된 분산액을 동결 주조하는 제6-3단계;

상기 동결 주조된 분산액을 상기 주형으로부터 제거 후, 상기 아민기가 형성된 관과 상기 동결 주조된 분산액을 동결 건조 하여 상기 관에 다공성층을 형성하는 제6-4단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 제6-4단계에서 동결 건조는,

상기 동결 주조된 분산액을 -65 내지 -55 ℃에서 35 내지 37 시간 동안 수행하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 다공성층 형성단계에서 상기 수열합성 단계는,

테플론 용기에 상기 아민기가 형성된 관을 세워 놓고 상기 테플론 용기에 다공성층을 형성할 분산액을 주입하는 7-1단계;

상기 분산액이 주입된 테플론 용기를 닫아 오토클레이브에 넣은 뒤, 건조기에 넣어 수열합성을 진행하여 다공성층 하이드로겔을 생성하는 제7-2단계;

상기 다공성층 하이드로겔이 생성된 테플론 용기를 상온에서 식힌 후, 상기 다공성층 하이드로겔을 증류수에 담가 잔여물을 제거하는 제7-3단계;

상기 잔여물이 제거된 다공성층 하이드로겔을 1차 동결 건조 후 진공 상태로 만들어 2차 동결 건조하는 제7-4단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 제7-2단계에서 수열합성은,

상기 건조기에 넣어 160 ℃까지 도달한 후, 2 내지 4 시간 동안 진행하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 13

제 11항에 있어서,

상기 제7-3단계에서 상기 다공성층 하이드로겔이 생성된 테플론 용기는 상온에서 50 내지 70 분 동안 식히는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 14

제 11항에 있어서,

상기 제7-4단계에서 1차 동결 건조는,

-65 내지 -55 ℃에서 3 내지 5 시간 동안 수행하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 15

제 11항에 있어서,

상기 제7-4단계에서 2차 동결 건조는,

-65 내지 -55 ℃에서 2 내지 4 일 동안 수행하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 16

열 교환기용 관을 씻어 플라즈마 처리를 통해 수산기(-OH)를 형성하는 단계;

상기 수산기(-OH)가 형성 된 열 교환기용 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 침지하여 아민기를 형성한 후 에탄올로 세척하는 플라즈마 처리용 기능화재 침지단계;

상기 아민기가 형성된 관의 표면 수분을 제거하고 건조하는 플라즈마 처리용 건조단계; 및

동결합성 또는 수열합성 중 선택된 어느 하나의 합성 방법에 의해 상기 아민기가 형성된 관 외부에 다공성층을 형성하는 다공성층 형성단계;를 포함하는 것을 특징으로 하여 플라즈마 세정 처리를 통해 관에 상기 기능화재를 도포하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 17

제 16항에 있어서,

상기 플라즈마 처리용 기능화재 침지단계는,

상기 세척된 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 25 내지 35 분 동안 침지하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 18

제 16항에 있어서,

상기 플라즈마 처리용 건조단계는 110 내지 130 ℃에서 25 내지 35 분 동안 수행하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 19

제 16항에 있어서,

상기 다공성층 형성단계에서 상기 동결합성 단계는,

상기 아민기가 형성된 관에 주형을 결합하여 상기 관과 주형 사이 공간에 다공성층을 형성할 분산액을 주입하는 제6-1단계;

상기 아민기가 형성된 관의 내부에 냉각 유체를 주입한 후 상기 냉각 유체로 상기 관을 냉각하는 제6-2단계;

상기 냉각 유체를 상기 아민기가 형성된 관의 내부로 유동시켜 상기 관의 외부에 주입된 분산액을 동결 주조하는 제6-3단계;

상기 동결 주조된 분산액을 상기 주형으로부터 제거 후, 상기 아민기가 형성된 관과 상기 동결 주조된 분산액을 동결 건조 하여 상기 관에 다공성층을 형성하는 제6-3단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 20

제 19항에 있어서,

상기 제6-3단계에서 동결 건조는,

상기 동결 주조된 분산액을 -65 내지 -55 ℃에서 35 내지 37 시간 동안 수행하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 21

제 16항에 있어서,

상기 다공성층 형성단계에서 상기 수열합성 단계는,

테플론 용기에 상기 아민기가 형성된 관을 세워 놓고 상기 테플론 용기에 다공성층을 형성할 분산액을 주입하는 7-1단계;

상기 분산액이 주입된 테플론 용기를 닫아 오토클레이브에 넣은 뒤, 건조기에 넣어 수열합성을 진행하여 다공성층 하이드로겔을 생성하는 제7-2단계;

상기 다공성층 하이드로겔이 생성된 테플론 용기를 상온에서 식힌 후, 상기 다공성층 하이드로겔을 증류수에 담가 잔여물을 제거하는 제7-3단계;

상기 잔여물이 제거된 다공성층 하이드로겔을 1차 동결 건조 후 진공 상태로 만들어 2차 동결 건조하는 제7-4단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 22

제 21항에 있어서,

상기 제7-2단계에서 수열합성은,

상기 건조기에 넣어 160 ℃까지 도달한 후, 2 내지 4 시간 동안 진행하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 23

제 21항에 있어서,

상기 제7-3단계에서 상기 다공성층 하이드로겔이 생성된 테플론 용기는 상온에서 50 내지 70 분 동안 식히는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 24

제 21항에 있어서,

상기 제7-4단계에서 1차 동결 건조는,

-65 내지 -55 ℃에서 3 내지 5 시간 동안 수행하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 25

제 21항에 있어서,

상기 제7-4단계에서 2차 동결 건조는,

-65 내지 -55 ℃에서 3 내지 5 일 동안 수행하는 것을 특징으로 하는, 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법.

청구항 26

냉매가 흐르는 2열 이상의 냉매관;

상기 관에 수직으로 교차하도록 배열되는 다수개의 관;을 포함하며,

상기 관은 그래핀이 도포된 다공성층이 마련된 것을 특징으로 하되,

상기 다공성층과 관의 결합력을 증가시키도록 상기 관의 표면을 산 처리 후, 수산기(-OH)로 도포하고 아민기(-NH)를 도포하여 아민기-그래핀층이 마련되는 것을 특징으로 하는, 발열 반응열을 갖는 화학반응을 실행하기 위한 관형 반응기.

청구항 27

냉매가 흐르는 2열 이상의 냉매관;

상기 관에 수직으로 교차하도록 배열되는 다수개의 관;을 포함하며,

상기 관은 그래핀이 도포된 다공성층이 마련된 것을 특징으로 하되,

상기 다공성층과 관의 결합력을 증가시키도록 상기 관의 표면에 플라즈마 세정 처리 후, 수산기(-OH)로 도포하고 아민기(-NH)를 도포하여 아민기-그래핀층이 마련되는 것을 특징으로 하는, 발열 반응열을 갖는 화학반응을 실행하기 위한 관형 반응기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법 및 이를 이용하여 제조된 다공성층이 구비되는 관에 관한 것으로, 관 외벽에 기능화재 층을 도포한 후 상기 기능화재 층이 도포된 관 위에 다공성층을 합성하여 다공성층과 관 외부 표면 간 결합력을 확보함으로써 관 외벽에 형성되는 다공성층이 관 내부 유체와 관 외부 유체간의 열 및 물질 전달 촉진에 기여 할 수 있는 효과가 있다.

배 경 기 술

[0003] 휜 관(fin-tube) 열교환기는 냉매가 흐르는 2열 이상의 관과 관에 수직으로 교차하도록 배열되는 다수의 휜(fin)으로 구성되어 관 내부를 흐르는 냉매와 복수의 휜 사이를 통과하는 외부 공기 간의 열교환작용을 통해 열을 방열하거나 흡열한다.

[0004] 휜 관은 제작상 어려움과 비용 문제로 인해 시중에서 구할 수 있는 관 직경 등의 규격이 매우 제한적이고 이로 인해 운전 조건 및 시스템 요구 사항에 맞춰 휜 관의 형상을 자유롭게 조정하기 어려운 문제점이 있었다.

[0005] 휜 관을 대체하기 위해 열전도도 및 비 표면적이 우수한 초경량의 다공성층을용액 공정으로 관 외벽에 형성하게 되는데, 다공성층 형성 과정에서 관 표면에 잘 부착되지 않는 문제점을 가진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제 10-2245429호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해서 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 관 외벽에 기능화재 층을 도포하여, 다공성층 형성시 보다 더 결합력이 증대된 상태의 다공성층을 구성하고자 한다.

[0009] 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] **<제1 방법 : 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법>**

[0012] 열 교환기용 관을 씻어 질산(HNO_3)과 증류수를 채운 후, 초음파 처리를 통해 관 표면의 이물질을 제거하는 에칭 단계;

[0013] 상기 이물질이 제거된 관에 수산기(-OH)를 포함하는 침지용액을 추가하여 침지하는 수산기 침지단계;

[0014] 상기 침지용액이 추가된 관을 상온에서 냉각시킨 후 증류수와 에탄올로 상기 관 표면을 세척하는 세척단계;

[0015] 상기 세척된 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 침지하여 아민기를 형성한 후 에탄올로 세척하는 산처리용 기능화재 침지단계;

[0016] 상기 아민기가 형성된 관의 표면 수분을 제거하고 건조하는 산처리용 건조단계; 및

[0017] 동결합성 또는 수열합성 중 선택된 어느 하나의 합성 방법에 의해 상기 아민기가 형성된 관 외부에 다공성층을 형성하는 다공성층 형성단계;를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 상기 다공성층 형성단계에서 상기 동결합성 단계는,

[0019] 상기 아민기가 형성된 관에 주형을 결합하여 상기 관과 주형 사이 공간에 다공성층을 형성할 분산액을 주입하는 제6-1단계;

[0020] 상기 아민기가 형성된 관의 내부에 냉각 유체를 주입한 후 상기 냉각 유체로 상기 관을 냉각하는 제6-2단계;

[0021] 상기 냉각 유체를 상기 아민기가 형성된 관의 내부로 유동시켜 상기 관의 외부에 주입된 분산액을 동결 주조하는 제6-3단계;

[0022] 상기 동결 주조된 분산액을 상기 주형으로부터 제거 후, 상기 아민기가 형성된 관과 상기 동결 주조된 분산액을 동결 건조 하여 상기 관에 다공성층을 형성하는 제6-4단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 상기 다공성층 형성단계에서 상기 수열합성 단계는,

[0024] 테플론 용기에 상기 아민기가 형성된 관을 세워 놓고 상기 테플론 용기에 다공성층을 형성할 분산액을 주입하는 7-1단계;

[0025] 상기 분산액이 주입된 테플론 용기를 닫아 오토클레이브에 넣은 뒤, 건조기에 넣어 수열합성을 진행하여 다공성층 하이드로겔을 생성하는 제7-2단계;

[0026] 상기 다공성층 하이드로겔이 생성된 테플론 용기를 상온에서 식힌 후, 상기 다공성층 하이드로겔을 증류수에 담가 잔여물을 제거하는 제7-3단계;

[0027] 상기 잔여물이 제거된 다공성층 하이드로겔을 1차 동결 건조 후 진공 상태로 만들어 2차 동결 건조하는 제7-4단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0029] **<제2 방법 : 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법>**

[0030] 열 교환기용 관을 씻어 플라즈마 처리를 통해 수산기(-OH)를 형성하는 단계;

[0031] 상기 수산기(-OH)가 형성 된 열 교환기용 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 침지하여 아민기를 형성한 후 에탄올로 세척하는 플라즈마 처리용 기능화재 침지단계;

[0032] 상기 아민기가 형성된 관의 표면 수분을 제거하고 건조하는 플라즈마 처리용 건조단계; 및

[0033] 동결합성 또는 수열합성 중 선택된 어느 하나의 합성 방법에 의해 상기 아민기가 형성된 관 외부에 다공성층을 형성하는 다공성층 형성단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하여 플라즈마 세정 처리를 통해 관에 상기 기능화재를 도포하는 것을 특징으로 한다.

[0034] 상기 다공성층 형성단계에서 상기 동결합성 단계는,

[0035] 상기 아민기가 형성된 관에 주형을 결합하여 상기 관과 주형 사이 공간에 다공성층을 형성할 분산액을 주입하는 제6-1단계;

[0036] 상기 아민기가 형성된 관의 내부에 냉각 유체를 주입한 후 상기 냉각 유체로 상기 관을 냉각하는 제6-2단계;

[0037] 상기 냉각 유체를 상기 아민기가 형성된 관의 내부로 유동시켜 상기 관의 외부에 주입된 분산액을 동결 주조하는 제6-3단계;

[0038] 상기 동결 주조된 분산액을 상기 주형으로부터 제거 후, 상기 아민기가 형성된 관과 상기 동결 주조된 분산액을 동결 건조 하여 상기 관에 다공성층을 형성하는 제6-4단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0039] 상기 다공성층 형성단계에서 상기 수열합성 단계는,

[0040] 테플론 용기에 상기 아민기가 형성된 관을 세워 놓고 상기 테플론 용기에 다공성층을 형성할 분산액을 주입하는 7-1단계; 분산액 주입단계;

[0041] 상기 분산액이 주입된 테플론 용기를 닫아 오토클레이브에 넣은 뒤, 건조기에 넣어 수열합성을 진행하여 다공성층 하이드로겔을 생성하는 제7-2단계;

[0042] 상기 다공성층 하이드로겔이 생성된 테플론 용기를 상온에서 식힌 후, 상기 다공성층 하이드로겔을 증류수에 담가 잔여물을 제거하는 제7-3단계;

[0043] 상기 잔여물이 제거된 다공성층 하이드로겔을 1차 동결 건조 후 진공 상태로 만들어 2차 동결 건조하는 제7-4단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0045] **<제1 방법에 따른 관형 반응기>**

[0046] 냉매가 흐르는 2열 이상의 냉매관;

[0047] 상기 관에 수직으로 교차하도록 배열되는 다수개의 관;을 포함하며,

[0048] 상기 관은 그래핀이 도포된 다공성층이 마련된 것을 특징으로 하되,

[0049] 상기 다공성층과 관의 결합력을 증가시키도록 상기 관의 표면을 산 처리 후, 수산기(-OH)로 도포하고 아민기(-NH)를 도포하여 아민기-그래핀층이 마련되는 것을 특징으로 한다.

[0051] **<제2 방법에 따른 관형 반응기>**

[0052] 냉매가 흐르는 2열 이상의 냉매관;

[0053] 상기 관에 수직으로 교차하도록 배열되는 다수개의 관;을 포함하며,

[0054] 상기 관은 그래핀이 도포된 다공성층이 마련된 것을 특징으로 하되,

[0055] 상기 다공성층과 관의 결합력을 증가시키도록 상기 관의 표면에 플라즈마 세정 처리 후, 수산기(-OH)로 도포하고 아민기(-NH)를 도포하여 아민기-그래핀층이 마련되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0057] 상기 과제의 해결 수단에 의해, 본 발명은 기능화재 화합물의 아민기가 다공성층 형성 분산액의 그래핀과 결합하게 되어 아민기-그래핀간 결합력을 발생시키고, 이는 다공성층 형성 시 다공성층과 관 벽 간 표면 조도를 개선하여 관 벽과 분산액 간 결합력이 향상되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0059] 도 1은 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법의 순서를 나타낸 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따라, 다공성층 형성단계에서 동결합성 단계의 순서를 나타낸 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따라, 다공성층 형성단계에서 수열합성 단계의 순서를 나타낸 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따라, 산처리를 통해 기능화재인 아민기를 도포하는 단계를 나타낸 모식도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따라, 플라즈마 세정 처리를 통해 기능화재인 아민기를 도포하는 단계를 나타낸 모식도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따라, 동결 주조 다공성층 제작 단계를 나타낸 모식도이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따라, 수열 합성 다공성층 제작 단계를 나타낸 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0060] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0061] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0062] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 “포함”한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.

[0063] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[0064] 본 발명에 대한 해결하고자 하는 과제, 과제의 해결 수단, 발명의 효과를 포함한 구체적인 사항들은 다음에 기재할 실시 예 및 도면들에 포함되어 있다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다.

[0065] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0066] 본 발명에 따른 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법은 아래 제1 방법 및 제2 방법에 의해 수행될 수 있다.

[0068] **1) 제1 방법 : 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법**

[0069] 상기 제1 방법에 의한 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법은, 도 1 및 도 4에 나타난 바와 같다.

[0070] 먼저, 제1-1단계(S101)는 에칭단계이다. 보다 구체적으로, 상기 제1-1단계(S101)는 열 교환기용 관을 씻어 질산(HNO_3)과 증류수를 채운 후, 초음파 처리를 통해 관 표면의 이물질을 제거하는 에칭단계이다.

[0071] 상기 에칭단계에서 상기 질산(HNO_3)은 10 %(w/w) 30 mL이고, 상기 증류수는 다공성층을 형성할 높이까지 채우는 것을 특징으로 한다. 상기 질산(HNO_3)이 10 %(w/w) 30 mL 미만인 경우 에칭 효과가 미미 할 우려가 있고, 상기 질산(HNO_3)이 10 %(w/w) 30 mL을 초과하는 경우 아래 제1-2단계(S102)의 수산기 침지단계가 잘 실시되지 않을 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0072] 상기 제1-1단계(S101)의 에칭단계에서 상기 초음파 처리는 15 내지 25 분 동안 수행하는 것이 바람직하며, 가장 바람직하게는 20 분 동안 수행한다. 상기 초음파 처리를 15 분 미만으로 수행하는 경우 초음파 처리 시간이 부족하여 관 표면의 이물질 제거 효과가 미미하고, 상기 초음파 처리를 20 분 초과하여 수행하는 경우 초음파 처리 효율이 낮아지므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0074] 다음으로, 제1-2단계(S102)는 수산기 침지단계이다. 상기 제1-2단계(S102)는 상기 이물질이 제거된 관에 수산기

(-OH)를 포함하는 침지용액을 추가하여 침지한다.

[0075] 상기 제1-2단계(S102)에서 상기 수산기(-OH)를 포함하는 침지용액은 과산화수소수(H_2O_2) 및 암모니아수(NH_4OH)인 것이 바람직하다. 보다 구체적으로, 상기 제1-2단계(S102)는 과산화수소수(H_2O_2) 10 %(w/w)를 상기 이물질이 제거된 관의 높이까지 채워 50 ℃의 온도에서 40 내지 50 분 동안 침지한 후, 상기 암모니아수(NH_4OH) 2.0 내지 3.0 mL까지 추가하여 침지하는 것이 바람직하다.

[0076] 상기 과산화수소수(H_2O_2) 10 %(w/w)를 50 ℃ 미만의 온도에서 침지하는 경우 침지 효과가 미미하고, 50 ℃를 초과하는 온도에서 침지하는 경우 빠른 시간 내에 산화력이 발생 후 사라질 수 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0077] 또한, 상기 과산화수소수(H_2O_2) 10 %(w/w)를 상기 이물질이 제거된 관의 높이까지 채워 40 분 미만으로 침지하는 경우 상기 과산화수소수(H_2O_2)의 침지 효과가 미미하고, 50 분을 초과하여 침지하는 경우 아래 제1-3단계(S103)의 세척단계에서 세척 시간이 오래 걸릴 수 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0078] 또한, 상기 과산화수소수(H_2O_2) 침지 후, 상기 암모니아수(NH_4OH) 2.0 mL 미만으로 추가하여 침지하는 경우 침지 효과가 미미하고, 상기 암모니아수(NH_4OH) 3.0 mL을 초과하여 침지하는 경우 상기 이물질이 제거된 관이 변형될 수 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0079] 상기 과산화수소수(H_2O_2) 침지 후, 상기 암모니아수(NH_4OH)는 상기 과산화수소수(H_2O_2)와 동일한 시간으로 침지한다.

[0081] 다음으로, 제1-3단계(S103)는 세척단계이다. 상기 제1-3단계(S103)는 상기 침지용액이 추가된 관을 상온에서 냉각시킨 후 증류수와 에탄올로 상기 관 표면을 세척하는 세척단계이다.

[0083] 다음으로, 제1-4단계(S104)는 산처리용 기능화재 침지단계이다. 상기 제1-4단계(S104)는 상기 세척된 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 침지하여 아민기를 형성한 후 에탄올로 세척하는 산처리용 기능화재 침지단계이다.

[0084] 보다 구체적으로, 상기 세척된 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 25 내지 35 분 동안 침지하며, 보다 바람직하게는 30 분 동안 침지한다.

[0085] 상기 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액은 3-아미노프로필트리에톡시실란(3-Aminopropyltriethoxysilane, APTES)을 포함하는 용액인 것이 바람직하다.

[0086] 상기 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액은 25 분 미만으로 침지하는 경우 상기 기능화재 용액의 침지 효과가 미미하고, 35 분 초과하여 침지하는 경우 아래 제1-5단계(S105)에서 건조 온도가 달라져 기능화재 용액 침지 효과가 미미하므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0088] 다음으로, 제1-5단계(S105)는 산처리용 건조단계이다. 상기 제1-5단계(S105)는 상기 아민기가 형성된 관의 표면 수분을 제거하고 건조하는 산처리용 건조단계이다.

[0089] 보다 구체적으로, 상기 제1-5단계(S105)는 110 내지 130 ℃에서 25 내지 35 분 동안 건조를 수행하며, 가장 바람직하게는 120 ℃에서 30 분 동안 건조한다.

[0090] 상기 제1-5단계(S105)는 110 ℃ 미만의 온도 및 25 분 미만 동안 건조하는 경우 건조 효과가 미미할 우려가 있고, 상기 제1-5단계(S105)는 130 ℃를 초과하거나 35 분을 초과하여 건조하는 경우 상기 아민기가 변형될 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0092] 다음으로, 제1-6단계(S106) 및 제1-7단계(S107)는 다공성층 형성단계이다. 보다 구체적으로, 상기 다공성층 형

성단계는 동결합성 또는 수열합성 중 선택된 어느 하나의 합성 방법에 의해 수행한다.

[0093] 상기 제1-6단계(S106)는 다공성층 형성단계에서 상기 동결합성 단계로, 도 2 및 도 6에 나타난 바와 같다.

[0094] 먼저, 상기 제6-1단계(S61)는 상기 아민기가 형성된 관에 주형을 결합하여 상기 관과 주형 사이 공간에 다공성층을 형성할 분산액을 주입한다.

[0095] 다음으로, 제6-2단계(S62)는 상기 아민기가 형성된 관의 내부에 냉각 유체를 주입한 후 상기 냉각 유체로 상기 관을 냉각한다.

[0096] 다음으로, 제6-3단계(S63)는 상기 냉각 유체를 상기 아민기가 형성된 관의 내부로 유동시켜 상기 관의 외부에 주입된 분산액을 동결 주조한다. 보다 구체적으로, 상기 동결 주조는 10 분 동안 수행하는 것이 바람직하다. 상기 동결 주조는 10 분 미만으로 수행하는 경우 동결 주조가 미미할 우려가 있고, 상기 동결 주조는 10 분을 초과하여 수행하는 경우 아래 제6-4단계(S64)의 동결 건조 시간이 오래 걸릴 수 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0097] 다음으로, 제6-4단계(S64)는 상기 동결 주조된 분산액을 상기 주형으로부터 제거 후, 상기 아민기가 형성된 관과 상기 동결 주조된 분산액을 동결 건조 하여 상기 관에 다공성층을 형성한다. 보다 구체적으로, 상기 동결 주조된 분산액을 -65 내지 -55 ℃에서 35 내지 37 시간 동안 수행하는 것이 바람직하며, 가장 바람직하게는 -60 ℃에서 36 시간 동안 수행한다.

[0098] 상기 아민기가 형성된 관과 동결 주조된 분산액을 -65 ℃ 미만 또는 37 시간을 초과하여 수행하는 경우 상기 동결 주조 효율이 낮고, -55 ℃를 초과하거나 35 시간 미만으로 수행하는 경우 동결 주조 효과가 미미하므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0100] 상기 제1-7단계(S107)는 상기 다공성층 형성단계에서 상기 수열합성 단계로, 도 3 및 도 7에 나타난 바와 같다.

[0101] 먼저, 7-1단계(S71)는 테플론 용기에 상기 아민기가 형성된 관을 세워 놓고 상기 테플론 용기에 다공성층을 형성할 분산액을 주입한다.

[0102] 다음으로, 제7-2단계(S72)는 상기 분산액이 주입된 테플론 용기를 닫아 오토클레이브에 넣은 뒤, 건조기에 넣어 수열합성을 진행하여 다공성층 하이드로겔을 생성한다. 보다 구체적으로, 상기 건조기에 넣어 160 ℃까지 도달한 후, 2 내지 4 시간 동안 진행하는 것이 바람직하며, 보다 바람직하게는 3 시간 동안 진행한다.

[0103] 상기 제7-2단계(S72)에서 상기 건조기에 넣어 160 ℃ 까지 도달한 후, 2 시간 미만으로 수열합성을 수행하는 경우 수열합성 효과가 미미하며, 4 시간을 초과하는 경우 생성되는 다공성층 하이드로겔이 변형될 수 있으므로 상기 조건으로 실시하는 것이 바람직하다.

[0104] 다음으로, 제7-3단계(S73)는 상기 다공성층 하이드로겔이 생성된 테플론 용기를 상온에서 식힌 후, 상기 다공성층 하이드로겔을 증류수에 담가 잔여물을 제거한다. 보다 구체적으로, 상기 제7-3단계(S73)에서 상기 다공성층 하이드로겔이 생성된 테플론 용기는 상온에서 50 내지 70 분 동안 식히는 것이 바람직하며, 보다 바람직하게는 60 분 동안 식힌다.

[0105] 상기 다공성층 하이드로겔이 생성된 테플론 용기는 상온에서 50 분 미만으로 식히는 경우 상기 다공성층 하이드로겔의 생성이 미미할 수 있고, 70 분을 초과하여 수행하는 경우 잔여물 제거가 용이하지 않을 수 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0106] 다음으로, 제7-4단계(S74)는 상기 잔여물이 제거된 다공성층 하이드로겔을 1차 동결 건조 후 진공 상태로 만들어 2차 동결 건조한다. 보다 구체적으로, 상기 1차 동결 건조는 -65 내지 -55 ℃에서 3 내지 5 시간 동안 수행하며, 상기 2차 동결 건조는 -65 내지 -55 ℃에서 2 내지 4 일 동안 수행하는 것이 바람직하며, 보다 바람직하게는 상기 1차 동결 건조는 -60 ℃에서 4 시간 동안 수행하며, 상기 2차 동결 건조는 -60 ℃에서 3 일 동안 수행한다.

[0107] 상기 1차 동결 건조는 -65 ℃ 미만 또는 5 시간을 초과하여 수행하는 경우 1차 동결 건조 효율이 낮아질 우려가 있고, -55 ℃를 초과하거나 3 시간 미만으로 수행하는 경우 1차 동결 건조가 잘 시행되지 않을 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0108] 또한, 상기 2차 동결 건조는 -65 ℃ 미만 또는 4 일을 초과하여 수행하는 경우 2차 동결 건조 효율이 낮아지거

나 제조된 다공성층 하이드로겔가 변질될 우려가 있고, -55 ℃를 초과하거나 2 일 미만으로 수행하는 경우 2차 동결 건조가 잘 시행되지 않을 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0110] **2) 제2 방법 : 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법**

[0111] 상기 제2 방법에 의한 관 표면에 결합되는 형태의 다공성층이 구비되는 관 제조방법은, 도 1 및 도 5에 나타난 바와 같다.

[0112] 먼저, 제2-1단계(S201)는 수산기(-OH) 형성 단계이다. 상기 제2-1단계(S201)는 열 교환기용 관을 씻은 후 플라즈마 세정으로 자유 에너지가 높은 표면으로 수산기(OH)를 형성한다.

[0114] 다음으로, 제2-2단계(S202)는 플라즈마 처리용 기능화재 침지단계이다. 상기 제2-2단계(S202)는 상기 수산기(OH)가 형성 된 열 교환기용 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 침지하여 아민기를 형성한 후, 에탄올로 세척한다.

[0115] 보다 구체적으로, 상기 수산기(OH)가 형성 된 열 교환기용 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 20 내지 40 분 동안 침지한 후 에탄올로 세척한다. 상기 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액을 20 분 미만으로 침지하는 경우 상기 기능화재 용액의 침지 효과가 미미하고, 40 분 초과하여 침지하는 경우 아래 제2-3단계(S203)에서 건조 온도가 달라져 기능화재 용액 침지 효과가 미미하므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0116] 상기 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액은 3-아미노프로필트리에톡시실란(3-Aminopropyltriethoxysilane, APTES)을 포함하는 용액인 것이 바람직하다.

[0118] 다음으로, 제2-3단계(S203)는 플라즈마 처리용 건조단계이다. 상기 제2-3단계(S203)는 상기 기능화재 용액에 침지된 관의 표면 수분을 제거하고 건조한다.

[0119] 보다 구체적으로, 상기 제2-3단계(S203)는 110 내지 130 ℃에서 25 내지 35 분 동안 건조를 수행하며, 가장 바람직하게는 120 ℃에서 30 분 동안 건조한다.

[0120] 상기 제2-3단계(S203)는 110 ℃ 미만의 온도 및 25 분 미만 동안 건조하는 경우 건조 효과가 미미할 우려가 있고, 상기 제1-5단계(S105)는 130 ℃를 초과하거나 35 분을 초과하여 건조하는 경우 상기 아민기가 변형될 우려가 있으므로 상기 조건으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0122] 다음으로, 제2-4단계(S204)는 다공성층 형성단계이다. 상기 제2-4단계(S204)는 앞서 기재한 제1-6단계(S106) 및 제1-7단계(S107)의 다공성층 형성단계와 동일하며, 상기 다공성층 형성단계는 앞서 기재한 바와 같이 동결합성 또는 수열합성 중 선택된 어느 하나의 합성 방법에 의해 수행한다.

[0124] **3) 제1 방법에 따른 관형 반응기**

[0125] 본 발명에 따른 관형 반응기는, 앞서 기재된 제1 방법에 의해 제조되는 것을 특징으로 한다.

[0126] 상기 관형 반응기는 냉매관 및 관을 포함한다.

[0127] 상기 냉매관은 냉매가 흐르는 2열 이상의 관을 포함한다.

[0128] 상기 관은 상기 관에 수직으로 교차하도록 배열되는 관으로, 다수개로 마련된다.

[0129] 상기 관은 상기 제1 방법에 의해 제조된 그래핀이 도포된 다공성층이 마련된 것을 특징으로 한다.

[0130] 여기서, 상기 다공성층과 관의 결합력을 증가시키도록 상기 관의 표면을 산 처리 후, 수산기(-OH)로 도포하고 아민기(-NH)를 도포하여 아민기-그래핀층이 마련되는 것을 특징으로 한다.

[0132] **4) 제2 방법에 따른 관형 반응기**

[0133] 본 발명에 따른 관형 반응기는, 앞서 기재된 제2 방법에 의해 제조되는 것을 특징으로 한다.

[0134] 상기 관형 반응기는 냉매관 및 관을 포함한다.

[0135] 상기 냉매관은 냉매가 흐르는 2열 이상의 관을 포함한다.

[0136] 상기 관은 상기 관에 수직으로 교차하도록 배열되는 관으로, 다수개로 마련된다.

[0137] 상기 관은 상기 제2 방법에 의해 제조된 그래핀이 도포된 다공성층이 마련된 것을 특징으로 한다.

[0138] 여기서, 상기 다공성층과 관의 결합력을 증가시키도록 상기 관의 표면에 플라즈마 세정 처리 후, 수산기(-OH)로 도포하고 아민기(-NH)를 도포하여 아민기-그래핀층이 마련되는 것을 특징으로 한다.

[0140] 이하, 기존의 방법으로 제조된 비교예와 실시예를 비교하고 실험예를 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 본 발명의 목적, 특징, 장점은 이하의 실시예를 통하여 쉽게 이해될 것이다. 본 발명은 여기서 설명하는 실시예에 한정되지 않고, 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 여기서 소개되는 실시예는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 이하의 실시예에 의해 본 발명이 제한되어서는 안 된다.

[0142] **실시예 1 : 산처리에 의한 기능화재 도포 과정**

[0143] 열 교환기용 관을 깨끗이 씻은 후 10% 질산 30 ml와 다공성층을 형성 할 관의 높이까지 증류수를 채운 뒤 20 분간 초음파 처리를 통해 관 표면의 이물질을 제거한다. 10 %의 과산화수소수를 표면을 세정한 관의 높이까지 채운 뒤 45 분간 담근 뒤 NH_4OH 2.5 mL를 추가한다. 용액을 상온에서 냉각시킨 후 충분한 양의 증류수와 에탄올로 관 표면을 행군다. 관을 아민기 그룹을 가진 기능화재 용액에 30 분 동안 담그고 에탄올로 세척한다. 세척한 관의 표면 수분 제거 및 코팅을 위해 120 ℃, 30분 동안 가열한다.

[0145] **실시예 2 : 플라즈마 세정 처리에 의한 기능화재 도포 과정**

[0146] 열 교환기용 관을 깨끗이 씻은 후 플라즈마 세정으로 자유 에너지가 높은 표면으로 형성한다. 관을 아민기 그룹을 가진 기능화재 용액에 30분 동안 담그고 에탄올로 세척한다. 세척 한 관의 표면 수분 제거 및 코팅을 위해 120 ℃, 30 분 동안 가열한다.

[0148] **실시예 3 : 동결합성에 의한 다공성층 제작 방법**

[0149] 아민기 코팅을 마친 관과 주형을 결합하여 관과 주형 사이 공간에 다공성층을 형성할 분산액을 주입한다. 관 내부에 원하는 온도의 냉각 유체가 냉각되도록 냉각 열 교환기를 활용하여 원하는 온도의 냉각 유체로 냉각한다. 냉각 유체를 관 내부에 흘려 관 외부에 있는 분산액을 10 분간 동결주조를 진행한다. 동결 주조된 분산액을 주형으로부터 제거 후 관과 동결된 분산액을 -60 ℃에서 36 시간 동안 동결 건조를 진행한다.

[0151] **실시예 4 : 수열합성에 의한 다공성층 제작 방법**

[0152] 다공성층을 형성할 분산액을 100 mL 준비한다. 테플론 용기에 아민기가 결합된 관을 세워넣고 분산액을 테플론 용기에 주입한다. 테플론 용기를 닫고 오토클레이브에 넣고 조립한 뒤, 강제 순환식 건조기에 넣어 상온에서 160 ℃까지 도달한 후 3시간 동안 수열 합성을 진행한다. 1시간 정도 공기 중에 식힌 후 환원된 다공성층 하이드로겔을 증류수에 담궈 잔여물을 제거한다. 상기 샘플을 -60 ℃에서 4 시간 동안 동결 건조 후, 진공 상태로 만들어 -60 ℃에서 3 일간 동결건조를 진행한다.

[0154] 상기 과제의 해결 수단에 의해, 본 발명은 기능화재 화합물의 아민기가 다공성층 형성 분산액의 그래핀과 결합

하게 되어 아민기-그래핀간 결합력을 발생시키고, 이는 다공성층 형성 시 다공성층과 관 벽 간 표면 조도를 개선하여 관 벽과 분산액 간 결합력이 향상되는 효과가 있다.

[0156] 이와 같이, 상술한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0157] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 하고, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타나며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0159] S101. 열 교환기용 관을 씻어 질산(HNO_3)과 증류수를 채운 후, 초음파 처리를 통해 관 표면의 이물질을 제거하는 에칭단계

S102. 상기 이물질이 제거된 관에 수산기(-OH)를 포함하는 침지용액을 추가하여 침지하는 수산기 침지단계

S103. 상기 침지용액이 추가된 관을 상온에서 냉각시킨 후 증류수와 에탄올로 상기 관 표면을 세척하는 세척단계

S104. 상기 세척된 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 침지하여 아민기를 형성한 후 에탄올로 세척하는 산처리용 기능화재 침지단계

S105. 상기 기능화재 용액에 침지된 관의 표면 수분을 제거하고 건조하는 산처리용 건조단계

S106. 다공성층 형성단계에서 상기 동결합성 단계

S61. 상기 아민기가 형성된 관에 주형을 결합하여 상기 관과 주형 사이 공간에 다공성층을 형성할 분산액을 주입하는 제6-1단계

S62. 상기 아민기가 형성된 관의 내부에 냉각 유체를 주입한 후 상기 냉각 유체로 상기 관을 냉각하는 제6-2단계;

S63. 상기 냉각 유체를 상기 아민기가 형성된 관의 내부로 유동시켜 상기 관의 외부에 주입된 분산액을 동결 주조하는 제6-3단계;

S64. 상기 동결 주조된 분산액을 상기 주형으로부터 제거 후, 상기 아민기가 형성된 관과 상기 동결 주조된 분산액을 동결 건조 하여 상기 관에 다공성층을 형성하는 제6-4단계;

S107. 다공성층 형성단계에서 상기 수열합성 단계

S71. 테플론 용기에 상기 아민기가 형성된 관을 세워 놓고 상기 테플론 용기에 다공성층을 형성할 분산액을 주입하는 7-1단계

S72. 상기 분산액이 주입된 테플론 용기를 닫아 오토클레이브에 넣은 뒤, 건조기에 넣어 수열합성을 진행하여 다공성층 하이드로겔을 생성하는 제7-2단계

S73. 상기 다공성층 하이드로겔이 생성된 테플론 용기를 상온에서 식힌 후, 상기 다공성층 하이드로겔을 증류수에 담가 잔여물을 제거하는 제7-3단계

S74. 상기 잔여물이 제거된 다공성층 하이드로겔을 1차 동결 건조 후 진공 상태로 만들어 2차 동결 건조하는 제7-4단계

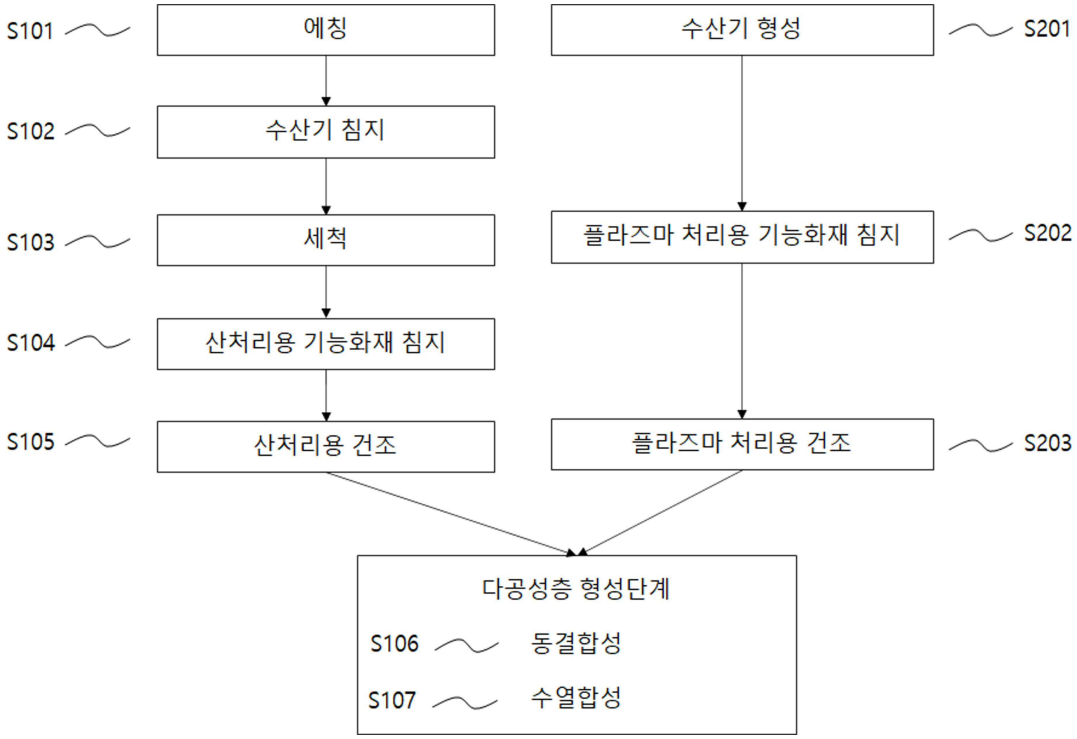
S201. 열 교환기용 관을 씻어 플라즈마 처리를 통해 수산기(-OH)를 형성하는 단계

S202. 상기 수산기(-OH)가 형성 된 열 교환기용 관을 아민기 그룹을 포함하는 기능화재 용액에 침지하여 아민기를 형성한 후 에탄올로 세척하는 플라즈마 처리용 기능화재 침지단계

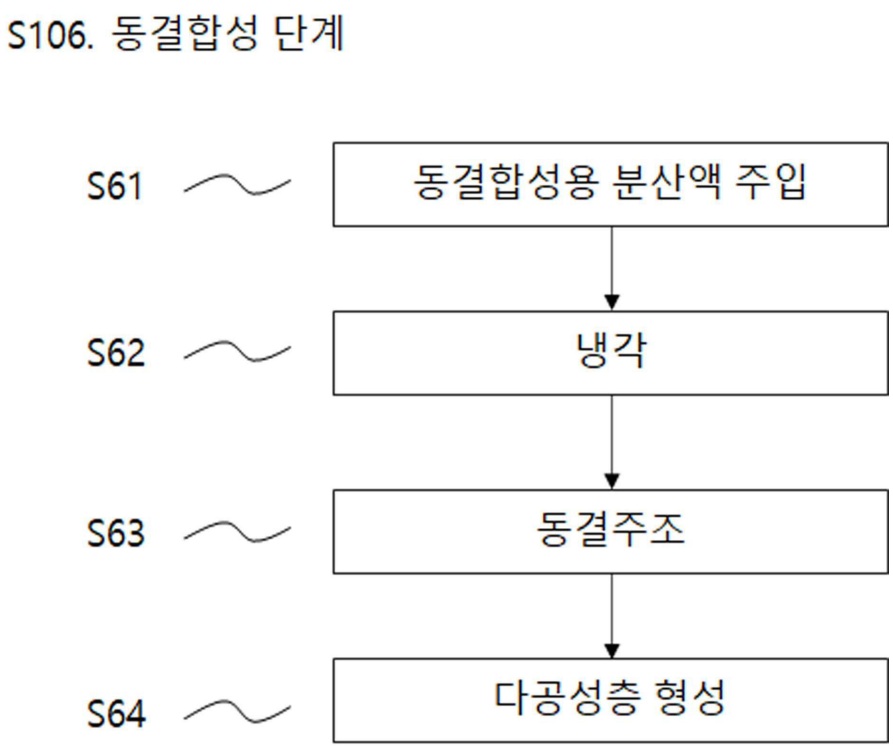
S203. 상기 아민기가 형성된 관의 표면 수분을 제거하고 건조하는 플라즈마 처리용 건조단계

도면

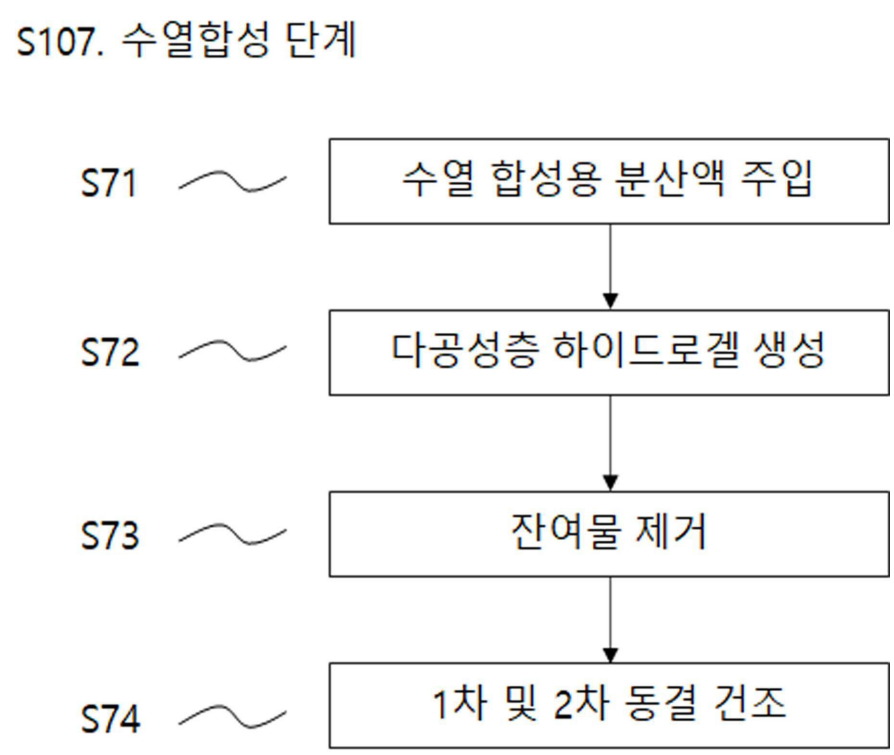
도면1



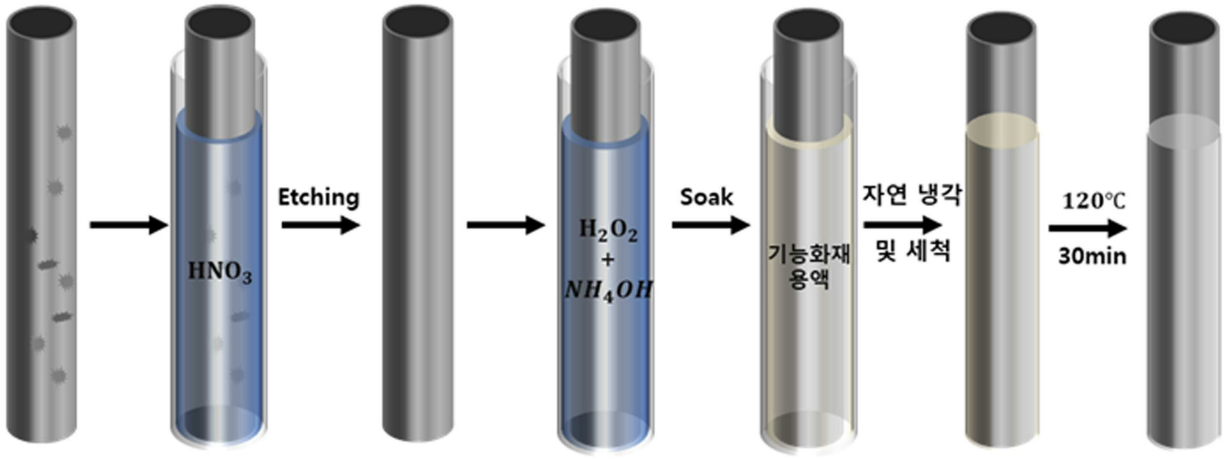
도면2



도면3


S107. 수열합성 단계
S71
수열 합성용 분산액 주입
S72
다공성층 하이드로겔 생성
S73
잔여물 제거
S74
1차 및 2차 동결 건조

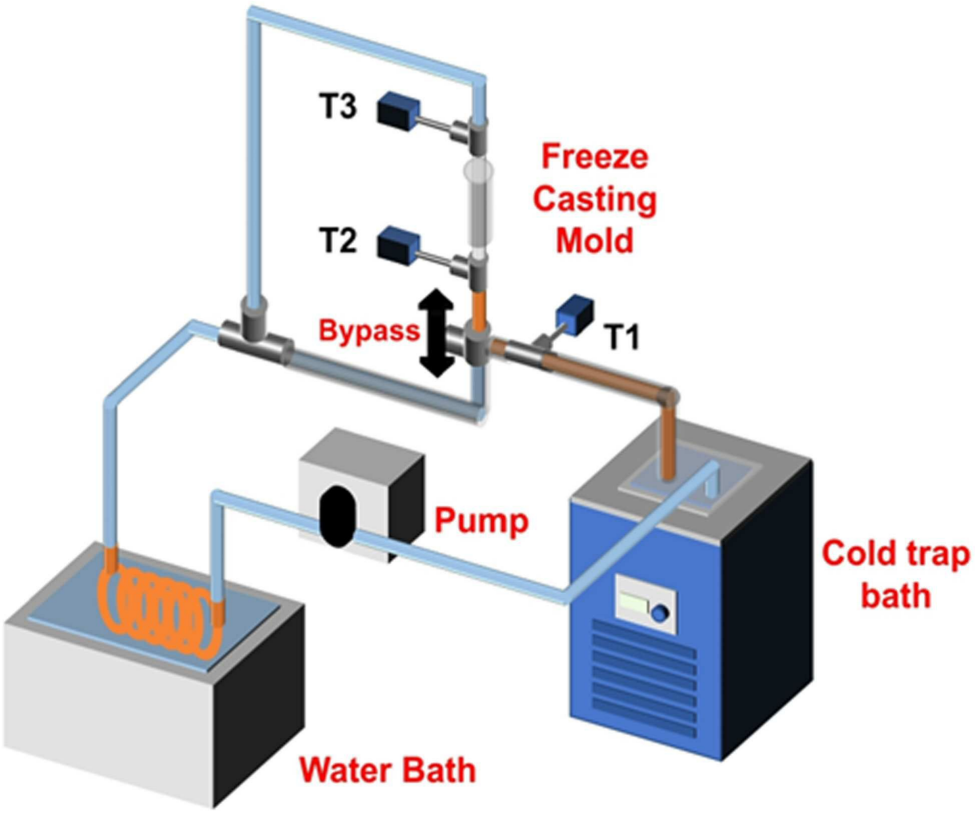
도면4


HNO_3
Etching
H_2O_2
+
NH_4OH
Soak
기능화재
용액
자연 냉각
및 세척
120℃
30min

도면5


Plasma
Cleaning
기능화재
용액
자연 냉각
및 세척
120℃
30min

도면6


T3
T2
Bypass
T1
Freeze
Casting
Mold
Pump
Cold trap
bath
Water Bath

도면7

