



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0100398
(43) 공개일자 2017년09월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 35/622 (2006.01) B29C 67/00 (2017.01)
B33Y 70/00 (2015.01) C04B 35/626 (2006.01)
C04B 35/636 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C04B 35/622 (2013.01)
B29C 64/141 (2017.08)
(21) 출원번호 10-2016-0111134
(22) 출원일자 2016년08월30일
심사청구일자 2016년08월30일
(30) 우선권주장
1020160022721 2016년02월25일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
고영학
경기도 용인시 수지구 성북2로 86, 112동 903호 (성북동, 성동마을LG빌리지1차아파트)
조인환
서울특별시 성북구 길음로9길 50, 901동 2102호 (길음동, 길음뉴타운9단지아파트)
안민경
충청북도 충주시 대흥6길 16 (교현동)
(74) 대리인
특허법인 무한

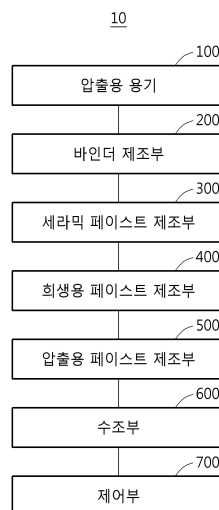
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법

(57) 요약

일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체 제조 시스템은, 압출용 용기; 압출용 용기의 웰 부분에 채워지는 세라믹 페이스트를 제조하는 세라믹 페이스트 제조부; 상기 압출용 용기의 코어 부분에 채워지는 희생용 페이스트를 제조하는 희생용 페이스트 제조부; 상기 세라믹 페이스트 및 상기 희생용 페이스트에 혼합되는 바인더 물질을 제조하는 바인더 제조부; 및 비용매가 수용되고, 상기 압출용 페이스트가 상기 압출용 용기로부터 압출 및 적층되는 수조부;를 포함하고, 상기 세라믹 페이스트는 세라믹 분말 및 바인더 물질의 혼합에 의해 제조되고, 상기 희생용 페이스트는 탄소 분말 및 바인더 물질의 혼합에 의해 제조되며, 상기 바인더 물질은 수용성 고분자 및 용매의 혼합에 의해 제조되어, 상기 수조부에서 상기 바인더 물질 내 용매가 상기 비용매와 교환되어 지지체의 형상이 안정화될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B33Y 70/00 (2013.01)

C04B 35/62695 (2013.01)

C04B 35/6365 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 HI11C0388040015

부처명 한국보건산업진흥원

연구관리전문기관 의료원산학협력팀

연구사업명 보건의료연구개발사업

연구과제명 [5차년도]골형성 단백질 탑재기술 향상을 위한 융합소재 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2015.04.01 ~ 2016.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

압출용 용기;

압출용 용기의 셸 부분에 채워지는 세라믹 페이스트를 제조하는 세라믹 페이스트 제조부;

상기 압출용 용기의 코어 부분에 채워지는 회생용 페이스트를 제조하는 회생용 페이스트 제조부;

상기 세라믹 페이스트 및 상기 회생용 페이스트에 혼합되는 바인더 물질을 제조하는 바인더 제조부;

상기 세라믹 페이스트 및 상기 회생용 페이스트로부터 압출용 페이스트를 제조하는 압출용 페이스트 제조부; 및
비용매가 수용되고, 상기 압출용 페이스트가 상기 압출용 용기로부터 압출 및 적층되는 수조부;

를 포함하고,

상기 바인더 물질은 수용성 고분자 및 용매의 혼합에 의해 제조되어,

상기 수조부에서 상기 바인더 물질 내 용매가 상기 비용매와 교환되어 지지체의 형상이 안정화되는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수용성 고분자는 메틸 셀룰로오스로 마련되고,

상기 용매는 증류수로 마련되며,

상기 메틸 셀룰로오스는 상기 증류수에 대하여 2 내지 8wt%로 혼합되는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 세라믹 페이스트는 세라믹 분말 및 바인더 물질의 혼합에 의해 제조되고, 상기 회생용 페이스트는 탄소 분말 및 바인더 물질의 혼합에 의해 제조되며,

상기 세라믹 페이스트 제조부에서 상기 바인더 물질에는 분산제가 혼합되고, 상기 분산제는 세라믹 분말에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합되며,

상기 회생용 페이스트 제조부에서 상기 바인더 물질에는 분산제가 혼합되고, 상기 분산제는 탄소 분말에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합되는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 세라믹 페이스트 제조부에서 상기 세라믹 페이스트에는 바인더 물질에 세라믹 분말이 8 내지 40vol%로 혼합되고,

상기 회생용 페이스트 제조부에서 상기 회생용 페이스트에는 바인더 물질에 탄소 분말이 5 내지 15vol%로 혼합되는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 압출용 용기의 압출 압력이 50 내지 250kPa인 경우,

상기 압출용 용기에서 압출되는 압출용 페이스트의 양은 아래의 식에 의해 결정되고,

$$W = 0.068V^2 - 4.73V + 86.3154$$

이때,

W는 상기 압출용 용기에서 압출되는 압출용 페이스트의 양이고,

V는 상기 세라믹 페이스트 내 혼합된 세라믹 분말의 양인 3차원 다공성 지지체 제조 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 세라믹 페이스트 제조부에서 제조된 상기 세라믹 페이스트는 상기 압출용 용기의 셀 부분에 채워진 후에 50 내지 60℃에서 10 내지 20분 동안 겔화되는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 희생용 페이스트 제조부에서 상기 희생용 페이스트는 상기 압출용 용기의 코어 부분의 형상에 대응되도록 냉각 성형되고,

상기 희생용 페이스트는 상기 압출용 용기의 코어 부분에 채워져 상온에서 10 내지 20분 동안 겔화되는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 지지체에 형성되는 기공 구조를 제어하는 제어부를 더 포함하고,

상기 제어부에는 상기 압출용 용기의 압출 압력, 적층 속도, 적층 시 상하층 간격 또는 3차원 설계된 지지체의 형상이 입력되는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템.

청구항 9

압출용 페이스트 제조를 위한 바인더 물질이 제조되는 단계;

세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트가 제조되는 단계;

상기 세라믹 페이스트가 압출용 용기의 셀 부분에 충전되는 단계;

상기 압출용 용기의 코어 부분에 포스트가 위치되는 단계;

상기 세라믹 페이스트가 상기 압출용 용기에서 겔화되는 단계;

상기 압출용 용기의 코어 부분에서 상기 포스트가 제거되는 단계;

상기 압출용 용기의 코어 부분에 상기 압출용 용기의 코어 부분에 대응되도록 성형된 희생용 페이스트가 삽입되

는 단계; 및

상기 압출용 용기 내에서 상기 세라믹 페이스트 및 상기 희생용 페이스트가 융합되는 단계;

를 포함하는 압출용 페이스트 제조 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

압출용 페이스트 제조를 위한 바인더 물질이 제조되는 단계에서,

상기 바인더 물질은 메틸 셀룰로오스, 증류수 및 분산제의 혼합에 의해 제조되고,

상기 메틸 셀룰로오스는 상기 증류수에 대하여 2 내지 8wt%로 혼합되고,

상기 분산제는 세라믹 분말 또는 탄소 분말에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합되는 압출용 페이스트 제조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트가 제조되는 단계에서,

상기 세라믹 페이스트에는 상기 바인더 물질에 대하여 세라믹 분말이 8 내지 40vol%로 혼합되고, 상기 희생용 페이스트에는 상기 바인더 물질에 탄소 분말이 5 내지 15vol%로 혼합되는 압출용 페이스트 제조 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 압출용 용기의 압출 압력이 50 내지 250kPa인 경우,

상기 압출용 용기에서 압출되는 압출용 페이스트의 양은 아래의 식에 의해 결정되고,

$$W = 0.068V^2 - 4.73V + 86.3154$$

이때,

W는 상기 압출용 용기에서 압출되는 압출용 페이스트의 양이고,

V는 상기 세라믹 페이스트 내 혼합된 세라믹 분말의 양인 압출용 페이스트 제조 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트가 제조되는 단계 후에,

상기 세라믹 페이스트 및 상기 희생용 페이스트는 4 내지 10℃에서 12 내지 24시간 보관되어 기포가 제거되는 압출용 페이스트 제조 방법.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 세라믹 페이스트가 상기 압출용 용기에서 겔화되는 단계에서,

상기 세라믹 페이스트는 50 내지 60℃에서 10 내지 20분 동안 겔화되고,

상기 압출용 용기 내에서 상기 세라믹 페이스트 및 상기 희생용 페이스트가 융합되는 단계에서,

상기 세라믹 페이스트 및 상기 희생용 페이스트는 상온에서 10 내지 20분 동안 겔화되는 압출용 페이스트 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 코어 및 셸 구조를 구비하는 압출용 페이스트를 제조하여 복수 개의 채널 구조 및 복수 개의 기공 구조가 구비된 3차원 다공성 지지체를 효과적으로 제조할 수 있는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 컴퓨터 제어기반 패속 적층 기술, 특히 컴퓨터 동작 제어를 통한 자유형상제조기술은 환자 맞춤형 진료 및 조직 결손 부위 맞춤형 지지체에 대한 요구사항을 만족시킬 수 있는 최신 기술로서, 복잡 다양한 구조의 3차원형상 구현과 결손부위 형태재건의 공정상 편의성과 정밀성을 확보할 수 있는 기술이다.

[0003] 특히, 의료분야 및 뼈 조직 공학 분야에서 사용되는 지지체를 제조하는 경우, 지지체의 조직 재생능력 및 생체 친화도는 기반 소재의 물리적, 화학적 생물학적 특성뿐 아니라 소재의 계면특성과 지지체의 기공구조 및 3차원적인 형태에 따라 달라진다.

[0004] 이에 따라 의료분야 및 뼈 조직 공학 분야에서 지지체를 제조하는 기술에 대하여 다양하게 연구되고 있다.

[0005] 예를 들어, 2014년 8월 20일에 출원된 KR 2014-0108373에는 '이중층 기공 구조를 갖는 다공성 세라믹 및 그 제조 방법'에 대하여 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일 실시예에 따른 목적은 코어 및 셸 구조를 구비하는 압출용 페이스트를 제조하여 복수 개의 채널 구조 및 복수 개의 기공 구조가 구비된 3차원 다공성 지지체를 효과적으로 제조할 수 있는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 일 실시예에 따른 목적은 실온 압출 공정이 가능하며 비교적 낮은 압출 압력이 요구되는 적정 점도 범위를 갖는 페이스트의 조성을 가져 3차원 다공성 지지체를 형성한 후에도 지지체의 형태를 안정적으로 유지하게 할 수 있는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 일 실시예에 따른 목적은 가점제로서 일정 온도 범위에서 변성 없이 겔화되는 메틸 셀룰로오스를 이용하여 코어 및 셸 구조에서 셸 부분을 안정화시키고 수용액 상의 물을 냉동하여 비교적 간단한 공정으로 코어 부분을 형성할 수 있으며, 실온 공정에서 지지체의 형태 유지 능력을 극대화시킬 수 있는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 일 실시예에 따른 목적은 조직 재생 및 생체적용뿐만 아니라, 필터 및 방열/단열 소재, 충격 흡수소재 등 다양한 분야에 적용 가능한 3차원 다공성 지지체를 제조할 수 있는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 일 실시예에 따른 목적은 생체 친화도가 우수한 초기 물질을 선택하여 화학적 또는 결정학적으로 우수하며, 뛰어난 생체특성과 물리적 특성을 가지고 있고 높은 기공도와 극대화된 표면적 등 성능이 향상된 3차원 다공성 지지체를 제조할 수 있는 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체 제조 시스템에 관한 것으로서, 압출용 용기;

압출용 용기의 셸 부분에 채워지는 세라믹 페이스트를 제조하는 세라믹 페이스트 제조부; 상기 압출용 용기의 코어 부분에 채워지는 희생용 페이스트를 제조하는 희생용 페이스트 제조부; 상기 세라믹 페이스트 및 상기 희생용 페이스트에 혼합되는 바인더 물질을 제조하는 바인더 제조부; 상기 세라믹 페이스트 및 상기 희생용 페이스트로부터 압출용 페이스트를 제조하는 압출용 페이스트 제조부; 비용매가 수용되고, 상기 압출용 페이스트가 상기 압출용 용기로부터 압출 및 적층되는 수조부;를 포함하고, 상기 바인더 물질은 수용성 고분자 및 용매의 혼합에 의해 제조되어, 상기 수조부에서 상기 바인더 물질 내 용매가 상기 비용매와 교환되어 지지체의 형상이 안정화될 수 있다.

[0012] 일 측에 의하면, 상기 수용성 고분자는 메틸 셀룰로오스로 마련되고, 상기 용매는 증류수로 마련되며, 상기 메틸 셀룰로오스는 상기 증류수에 대하여 2 내지 8wt%로 혼합될 수 있다.

[0013] 일 측에 의하면, 상기 세라믹 페이스트는 세라믹 분말 및 바인더 물질의 혼합에 의해 제조되고, 상기 희생용 페이스트는 탄소 분말 및 바인더 물질의 혼합에 의해 제조되며, 상기 세라믹 페이스트 제조부에서 상기 바인더 물질에는 분산제가 혼합되고, 상기 분산제는 세라믹 분말에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합되며, 상기 희생용 페이스트 제조부에서 상기 바인더 물질에는 분산제가 혼합되고, 상기 분산제는 탄소 분말에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합될 수 있다.

[0014] 일 측에 의하면, 상기 세라믹 페이스트 제조부에서 상기 세라믹 페이스트에는 바인더 물질에 세라믹 분말이 8 내지 40vol%로 혼합되고, 상기 희생용 페이스트 제조부에서 상기 희생용 페이스트에는 바인더 물질에 탄소 분말이 5 내지 15vol%로 혼합될 수 있다.

[0015] 일 측에 의하면, 상기 압출용 용기의 압출 압력이 50 내지 250kPa인 경우, 상기 압출용 용기에서 압출되는 압출용 페이스트의 양은 아래의 식에 의해 결정되고,

$$W = 0.068V^2 - 4.73V + 86.3154$$

[0017] 이때,

[0018] W는 상기 압출용 용기에서 압출되는 압출용 페이스트의 양이고,

[0019] V는 상기 세라믹 페이스트 내 혼합된 세라믹 분말의 양일 수 있다.

[0020] 일 측에 의하면, 상기 세라믹 페이스트 제조부에서 제조된 상기 세라믹 페이스트는 상기 압출용 용기의 셸 부분에 채워진 후에 50 내지 60℃에서 10 내지 20분 동안 겔화될 수 있다.

[0021] 일 측에 의하면, 상기 희생용 페이스트 제조부에서 상기 희생용 페이스트는 상기 압출용 용기의 코어 부분의 형상에 대응되도록 냉각 성형되고, 상기 희생용 페이스트는 상기 압출용 용기의 코어 부분에 채워져 상온에서 10 내지 20분 동안 겔화될 수 있다.

[0022] 일 측에 의하면, 상기 지지체에 형성되는 기공 구조를 제어하는 제어부를 더 포함하고, 상기 제어부에는 상기 압출용 용기의 압출 압력, 적층 속도, 적층 시 상하층 간격 또는 3차원 설계된 지지체의 형상이 입력될 수 있다.

[0023] 상기 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 압출용 페이스트 제조 방법은, 압출용 페이스트 제조를 위한 바인더 물질이 제조되는 단계; 세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트가 제조되는 단계; 상기 세라믹 페이스트가 압출용 용기의 셸 부분에 충전되는 단계; 상기 압출용 용기의 코어 부분에 포스트가 위치되는 단계; 상기 세라믹 페이스트가 상기 압출용 용기에서 겔화되는 단계; 상기 압출용 용기의 코어 부분에서 상기 포스트가 제거되는 단계; 상기 압출용 용기의 코어 부분에 상기 압출용 용기의 코어 부분에 대응되도록 성형된 희생용 페이스트가 삽입되는 단계; 및 상기 압출용 용기 내에서 상기 세라믹 페이스트 및 상기 희생용 페이스트가 융합되는 단계;를 포함할 수 있다.

[0024] 일 측에 의하면, 압출용 페이스트 제조를 위한 바인더 물질이 제조되는 단계에서, 상기 바인더 물질은 메틸 셀룰로오스, 증류수 및 분산제의 혼합에 의해 제조되고, 상기 메틸 셀룰로오스는 상기 증류수에 대하여 2 내지 8wt%로 혼합되고, 상기 분산제는 세라믹 분말 또는 탄소 분말에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합될 수 있다.

[0025] 일 측에 의하면, 상기 세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트가 제조되는 단계에서, 상기 세라믹 페이스트에는 상기 바인더 물질에 대하여 세라믹 분말이 8 내지 40vol%로 혼합되고, 상기 희생용 페이스트에는 상기 바인더 물질에 탄소 분말이 5 내지 15vol%로 혼합될 수 있다.

- [0026] 일 측에 의하면, 상기 압출용 용기의 압출 압력이 50 내지 250kPa인 경우, 상기 압출용 용기에서 압출되는 압출용 페이스트의 양은 아래의 식에 의해 결정되고,
- [0027] $W = 0.068V^2 - 4.73V + 86.3154$
- [0028] 이때,
- [0029] W는 상기 압출용 용기에서 압출되는 압출용 페이스트의 양이고,
- [0030] V는 상기 세라믹 페이스트 내 혼합된 세라믹 분말의 양일 수 있다.
- [0031] 일 측에 의하면, 세라믹 페이스트 및 회생용 페이스트가 제조되는 단계 후에, 상기 세라믹 페이스트 및 상기 회생용 페이스트는 4 내지 10℃에서 12 내지 24시간 보관되어 기포가 제거될 수 있다.
- [0032] 일 측에 의하면, 상기 세라믹 페이스트가 상기 압출용 용기에서 겔화되는 단계에서, 상기 세라믹 페이스트는 50 내지 60℃에서 10 내지 20분 동안 겔화되고, 상기 압출용 용기 내에서 상기 세라믹 페이스트 및 상기 회생용 페이스트가 융합되는 단계에서, 상기 세라믹 페이스트 및 상기 회생용 페이스트는 상온에서 10 내지 20분 동안 겔화될 수 있다.

발명의 효과

- [0033] 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법에 의하면, 코어 및 셸 구조를 구비하는 압출용 페이스트를 제조하여 복수 개의 채널 구조 및 복수 개의 기공 구조가 구비된 3차원 다공성 지지체를 효과적으로 제조할 수 있다.
- [0034] 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법에 의하면, 실온 압출 공정이 가능하며 비교적 낮은 압출 압력이 요구되는 적정 점도 범위를 갖는 페이스트의 조성을 가져 3차원 다공성 지지체를 형성한 후에도 지지체의 형태를 안정적으로 유지하게 할 수 있다.
- [0035] 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법에 의하면, 가점제로서 일 정 온도 범위에서 변성 없이 겔화되는 메틸 셀룰로오스를 이용하여 코어 및 셸 구조에서 셸 부분을 안정화시키고 수용액 상의 물을 냉동하여 비교적 간단한 공정으로 코어 부분을 형성할 수 있으며, 실온 공정에서 지지체의 형태 유지 능력을 극대화시킬 수 있다.
- [0036] 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법에 의하면, 조직 재생 및 생체적용뿐만 아니라, 필터 및 방열/단열 소재, 충격 흡수소재 등 다양한 분야에 적용 가능한 3차원 다공성 지지체를 제조할 수 있다.
- [0037] 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체 제조 시스템 및 압출용 페이스트의 제조 방법에 의하면, 생체 친화도가 우수한 초기 물질을 선택하여 화학적 또는 결정학적으로 우수하며, 뛰어난 생체특성과 물리적 특성을 가지고 있고 높은 기공도와 극대화된 표면적 등 성능이 향상된 3차원 다공성 지지체를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체의 제조 시스템을 나타낸다.
- 도 2는 압출용 용기 내에 압출용 페이스트가 삽입된 모습을 도시한다.
- 도 3은 압출용 페이스트가 압출용 용기로부터 압출 및 적층되는 모습을 도시한다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 압출용 페이스트의 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 5는 세라믹 페이스트의 함량에 따른 회생용 페이스트의 함량이 선택이 결정되는 모습을 나타낸다.
- 도 6은 압출 압력에 따른 압출용 용기로부터 압출되는 페이스트의 양의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 압출용 페이스트 내 세라믹 분말의 함량에 따른 압출용 용기로부터 압출되는 페이스트의 양의 관계를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하, 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있

어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

- [0040] 또한, 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0041] 도 1은 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체의 제조 시스템을 나타내고, 도 2는 압출용 용기 내에 압출용 페이스트가 삽입된 모습을 도시하고, 도 3은 압출용 페이스트가 압출용 용기로부터 압출 및 적층되는 모습을 도시한다.
- [0042] 도 1을 참조하여, 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체의 제조 시스템(10)은, 압출용 용기(100), 바인더 제조부(200), 세라믹 페이스트 제조부(300), 희생용 페이스트 제조부(400), 압출용 페이스트 제조부(500), 수조부(600) 및 제어부(700)를 포함할 수 있다.
- [0043] 상기 압출용 용기(100) 내에는 압출용 페이스트가 삽입될 수 있다.
- [0044] 특히, 도 2를 참조하여, 압출용 용기(100)의 셀 부분에는 세라믹 페이스트가 채워지고 압출용 용기(100)의 코어 부분에는 희생용 페이스트(fugitive paste)가 채워질 수 있다.
- [0045] 또한, 바인더 제조부(200)에서는 세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트를 제조하기 위한 바인더 물질이 제조될 수 있다.
- [0046] 상기 바인더 물질은 수용성 고분자 및 용매의 혼합에 의해 제조될 수 있다.
- [0047] 이때, 수용성 고분자는 메틸 셀룰로오스로 마련되고, 용매는 증류수로 마련되며, 상기 메틸 셀룰로오스는 상기 증류수에 대하여 2 내지 8wt%로 혼합될 수 있다. 다시 말해서, 증류수 100ml에 메틸 셀룰로오스가 2 내지 8g 혼합되어 점성이 있는 바인더 물질이 제조될 수 있다.
- [0048] 또한, 바인더 제조부(200)에서 제조된 바인더 물질을 이용하여 세라믹 페이스트 제조부(300)에서는 세라믹 페이스트를 제조하고, 희생용 페이스트 제조부(400)에서는 희생용 페이스트를 제조할 수 있다.
- [0049] 구체적으로, 세라믹 페이스트 제조부(300)에서는 바인더 물질에 분산제가 혼합되고, 상기 분산제는 세라믹 분말에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합될 수 있다.
- [0050] 이때, 분산제는 KD-6로 마련될 수 있으나, 이에 국한되지 않으며, 세라믹 페이스트에서 세라믹 분말을 효율적으로 분산시킬 수 있다면 어느 것이든지 가능하다.
- [0051] 또한, 세라믹 분말은 인산칼슘계 세라믹인 β -Tricalcium phosphate(BCP)가 사용될 수 있다. 상기 BCP는 약 60wt%의 수산화 인회석(HA)와 40wt%의 삼인산 인산염(TCP)으로 구성된 0.5 μ m의 평균 입자 크기의 BCP 분말을 말한다.
- [0052] 상기 세라믹 분말은 분산제가 혼합된 바인더 물질에 8 내지 40vol%로 혼합될 수 있다.
- [0053] 그리고 세라믹 분말이 바인더 물질에 혼합된 후에 5 내지 10분간 회전 교반기를 사용하여 고르게 섞이고 분산되게 할 수 있다.
- [0054] 그런 다음, 혼합 또는 분산된 세라믹 페이스트를 4 내지 10 $^{\circ}$ C 상에서 12 내지 24시간 보관하여 세라믹 페이스트 내 기포가 제거된다.
- [0055] 한편, 희생용 페이스트 제조부(400)에서는 바인더 물질에 분산제가 혼합되고, 상기 분산제는 탄소 분말에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합될 수 있다.
- [0056] 이때, 분산제는 KD-6로 마련될 수 있으나, 이에 국한되지 않으며, 희생용 페이스트에서 탄소 분말을 효율적으로 분산시킬 수 있다면 어느 것이든지 가능하다.
- [0057] 또한, 탄소 분말은 분산제가 혼합된 바인더 물질에 5 내지 15vol%로 혼합될 수 있다.
- [0058] 그리고 탄소 분말이 바인더 물질에 혼합된 후에 5 내지 10분간 회전 교반기를 사용하여 고르게 섞이고 분산되게

할 수 있다.

- [0059] 그런 다음, 혼합 또는 분산된 희생 페이스트를 4 내지 10℃ 상에서 12 내지 24시간 보관하여 희생 페이스트 내 기포가 제거된다.
- [0060] 전술된 바와 같이 세라믹 페이스트 제조부(300)에서 제조된 세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트 제조부(400)에서 제조된 희생용 페이스트로부터 압출용 페이스트 제조부(500)에서 압출용 페이스트가 제조될 수 있다.
- [0061] 도 2를 참조하여, 상기 압출용 페이스트(110)는 초기 피드로드(initial feed rod)로서, 지지체를 성형하기 위해 압출용 용기(100)에 삽입될 수 있다.
- [0062] 이때, 압출용 페이스트(110)의 셸 부분에는 세라믹 페이스트(112)가 채워지고, 압출용 페이스트(110)의 코어 부분에는 희생용 페이스트(114)가 채워질 수 있다.
- [0063] 상기 희생용 페이스트(114)는 압출용 페이스트(110)가 압출용 용기(100)로부터 압출 및 적층된 후에 압출용 페이스트(110)로부터 제거될 수 있으며, 희생용 페이스트(114)가 채워진 부분에 채널 구조가 형성될 수 있다.
- [0064] 상기 압출용 페이스트 제조부(500)에서 압출용 페이스트(110)가 제조되는 과정은 이하에서 상술된다.
- [0065] 도 3을 참조하여, 압출용 페이스트 제조부(500)에서 제조된 압출용 페이스트(110)는 수조부(600)에 대하여 압출 및 적층될 수 있다.
- [0066] 상기 수조부(600)는 수조(610) 및 비용매(620)를 포함할 수 있다.
- [0067] 상기 수조(610)는 복수 개의 필라멘트(P)가 수용되기에 적절한 공간을 구비할 수 있다.
- [0068] 상기 수조(610) 내에는 비용매(620)가 수용될 수 있다.
- [0069] 상기 비용매(620)는 예를 들어 아세톤으로 마련될 수 있으며, 바인더 물질 내에 포함된 증류수와 같은 용매와 교환을 일으킬 수 있다.
- [0070] 이는 용매추출법(Solvent extraction)을 위한 것으로서, 복수 개의 필라멘트(P)의 3차원 연결성을 향상시킬 수 있다. 이에 의해 복수 개의 필라멘트(P)가 적층된 형상 또는 지지체의 형상이 안정화될 수 있다.
- [0071] 또한, 상기 제어부(700)는 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체의 제조 시스템의 작동을 전반적으로 제어할 수 있다.
- [0072] 예를 들어, 압출용 용기(100)에는 구동부(미도시)가 장착될 수 있으며, 컴퓨터 기반 폐쇄 적층 기술 적용을 위해 구동부는 동작 및 압력 제어 로봇으로 마련될 수 있다.
- [0073] 이때, 구동부는 미리 입력된 압출 압력, 적층 속도 또는 3차원 설계된 지지체의 형상에 따라 압출용 용기(100)를 구동시킬 수 있는데, 구동부의 작동은 제어부(700)에 의해 제어될 수 있다.
- [0074] 예를 들어, 압출 과정의 공정 변수는 다음과 같다.

표 1

[0075]	압출용 용기의 압출 직경	200 내지 1000 μ m
	압출 압력	50 내지 250kPa
	적층 속도	1 내지 15mm/s
	상하층 간격	400 내지 500 μ m

- [0076] [표 1]을 참조하여, 제어부(700)는 압출용 용기(100)의 압출 압력이 50 내지 250kPa이고, 압출용 페이스트(110)의 적층 속도가 1 내지 15mm/s이며, 상하층 간격이 400 내지 500 μ m가 되도록 제어할 수 있다.
- [0077] 따라서 제어부(700)에서는 3차원 설계된 지지체의 형상에 따라서 압출 직경, 압출 압력, 적층 속도 또는 상하층 간격이 선택적으로 제어될 수 있다.
- [0078] 게다가, 제어부(700)에서는 3차원 설계된 지지체의 형상에 따라서 세라믹 페이스트 제조부(300), 희생용 페이스트 제조부(400) 및 바인더 제조부(500)에서의 조성부가 제어될 수 있음은 당연하다.
- [0079] 또한, 구체적으로 도시되지는 않았으나, 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체의 제조 시스템(10)에 수조부(600)에서 꺼낸 지지체에서 비용매를 건조시키기 위한 건조부 및 지지체 내에서 희생용 페이스트를 제거하고 세

라믹 분말을 치밀화시키기 위한 열처리부가 더 포함될 수 있음은 당연하다.

- [0080] 이와 같이 일 실시예에 따른 3차원 다공성 지지체의 제조 시스템(10)에서는 압출용 페이스트가 제조되어 복수 개의 채널 구조 및 복수 개의 기공 구조를 구비하는 3차원 다공성 지지체를 보다 효율적으로 제조할 수 있다.
- [0081] 이때, 복수 개의 채널 구조는 복수 개의 필라멘트(P) 내 희생용 페이스트(114)의 제거에 기인하며, 복수 개의 기공 구조는 3차원 설계된 지지체의 형상에 따른 복수 개의 필라멘트(P)의 적층에 기인한다.
- [0082] 이상 3차원 다공성 지지체 제조 시스템에 대하여 설명되었으며, 이하에서는 압출용 페이스트의 제조 방법에 대하여 설명된다.
- [0083] 도 4는 일 실시예에 따른 압출용 페이스트의 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0084] 도 4를 참조하여, 일 실시예에 따른 압출용 페이스트는 다음과 같이 제조될 수 있다.
- [0085] 우선, 압출용 페이스트 제조를 위한 바인더 물질이 제조된다(S10).
- [0086] 상기 바인더 물질은 가점제로서 수용성 폴리머, 용매 및 분산제의 혼합에 의해 제조될 수 있다.
- [0087] 예를 들어, 수용성 폴리머는 메틸 셀룰로오스로 마련되고, 용매는 증류수로 마련되고, 분산제는 KD-6로 마련될 수 있다.
- [0088] 이때, 메틸 셀룰로오스는 증류수에 대하여 2 내지 8wt%로 혼합될 수 있다. 다시 말해서 증류수 100ml에 메틸 셀룰로오스가 2 내지 8g으로 혼합될 수 있다.
- [0089] 또한, 분산제는 세라믹 분말 또는 탄소 분말의 중량에 대하여 0.3 내지 3 wt%로 혼합될 수 있다.
- [0090] 다시 말해서, 세라믹 페이스트 제조를 위한 바인더 물질에는 분산제가 세라믹 분말의 중량에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합될 수 있고, 희생용 페이스트 제조를 위한 바인더 물질에는 분산제가 탄소 분말의 중량에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합될 수 있다.
- [0091] 이와 같이 바인더 물질이 제조된 후에, 세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트가 제조된다(S20).
- [0092] 첫째, 세라믹 페이스트는 다음과 같이 제조될 수 있다.
- [0093] 세라믹 페이스트는 세라믹 분말 및 바인더 물질이 혼합될 수 있다.
- [0094] 이때, 세라믹 분말로서 인산칼슘계 세라믹인 β -Tricalcium phosphate(BCP)가 사용될 수 있다.
- [0095] 상기 BCP는 약 60wt%의 수산화 인회석(HA)와 40wt%의 삼인산 인산염 (TCP)으로 구성된 0.5 μ m의 평균 입자 크기의 BCP 분말을 말한다.
- [0096] 상기 세라믹 분말은 바인더 물질에 8 내지 40vol%로 혼합될 수 있다.
- [0097] 이때, 바인더 물질은 분산제가 세라믹 분말의 중량에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합된 상태이다.
- [0098] 또한, 세라믹 분말이 바인더 물질에 혼합된 후에 5 내지 10분간 회전 교반기를 사용하여 고르게 섞이고 분산되게 할 수 있다.
- [0099] 그런 다음, 혼합 또는 분산된 세라믹 페이스트를 4 내지 10℃ 상에서 12 내지 24시간 보관하여 세라믹 페이스트 내 기포가 제거된다.
- [0100] 둘째, 희생용 페이스트는 다음과 같이 제조될 수 있다.
- [0101] 희생용 페이스트는 탄소 분말 및 바인더 물질이 혼합될 수 있다.
- [0102] 상기 탄소 분말은 바인더 물질에 5 내지 15vol%로 혼합될 수 있다.
- [0103] 이때, 바인더 물질은 분산제가 탄소 분말의 중량에 대하여 0.3 내지 3wt%로 혼합된 상태이다.
- [0104] 또한, 탄소 분말이 바인더 물질에 혼합된 후에 5 내지 10분간 회전 교반기를 사용하여 고르게 섞이고 분산되게 할 수 있다.
- [0105] 그런 다음, 혼합 또는 분산된 희생 페이스트를 4 내지 10℃ 상에서 12 내지 24시간 보관하여 희생용 페이스트 내 기포가 제거된다.

- [0106] 이와 같이 각각 제조된 세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트는 압출용 페이스트를 제조하기 위해 개별적으로 처리된다.
- [0107] 상기 세라믹 페이스트가 압출용 용기의 셸 부분에 충전된다(S30).
- [0108] 예를 들어, 세라믹 페이스트는 직경이 10 내지 20mm인 압출용 용기의 셸 부분에 충전될 수 있다. 이때, 압출용 용기의 압출 직경은 성형하고자 하는 지지체의 형상에 따라서 최대 200 내지 1000mm에 이르기까지 선택 적용될 수 있음은 당연하다.
- [0109] 이어서, 압출용 용기의 코어 부분에 포스트가 위치된다(S40).
- [0110] 예를 들어, 압출용 용기의 코어 부분에 5 내지 10mm의 알루미늄 재료의 포스트를 위치된다.
- [0111] 그런 다음, 세라믹 페이스트가 상기 압출용 용기에서 겔화된다(S50).
- [0112] 이때, 세라믹 페이스트 및 포스트가 삽입된 압출용 용기를 50 내지 60℃ 상에서 10 내지 20분 동안 물 중탕하여 바인더 물질을 겔화시킨다.
- [0113] 이어서, 압출용 용기의 코어 부분에서 상기 포스트가 제거된다(S60).
- [0114] 포스트가 제거된 압출용 용기의 코어 부분에는 희생용 페이스트가 삽입된다(S70).
- [0115] 이를 위해, 압출용 용기의 코어 부분의 형상에 대응되도록 희생용 페이스트를 -10 내지 -4℃에서 냉각 성형한다.
- [0116] 마지막으로, 압출용 용기 내에서 세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트가 융합된다(S80).
- [0117] 이때, 희생용 페이스트는 압출용 용기 내 코어 부분의 형상에 대응되도록 냉각 성형된 상태여서, 겔화된 세라믹 페이스트와 융합될 필요가 있다.
- [0118] 이를 위해, 세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트를 상온에서 10 내지 20분 동안 방치하여 희생용 페이스트를 겔화시켜, 세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트가 융합된 압출용 페이스트가 완성된다.
- [0119] 이와 같이 압출용 페이스트가 압출용 용기에 삽입된 상태에서 완성되므로, 압출용 용기를 구동부(미도시)에 장착함으로써, 즉각적으로 지지체를 성형할 수 있다.
- [0120] 또한, 가점제로서 일정 온도 범위에서 변성 없이 겔화되는 메틸 셀룰로오스를 이용하여 코어 및 셸 구조에서 셸 부분을 안정화시키고 수용액 상의 물을 냉동하여 비교적 간단한 공정으로 코어 부분을 형성할 수 있으며, 실온 공정에서 지지체의 형태 유지 능력을 극대화시킬 수 있다.
- [0121] 이하에서는 압출용 페이스트에 포함된 세라믹 페이스트 및 희생용 페이스트의 조성비 결정에 대하여 설명된다.
- [0122] 도 5는 세라믹 페이스트의 함량에 따른 희생용 페이스트의 함량이 선택이 결정되는 모습을 나타낸다.
- [0123] 도 5를 참조하여, 동일한 압출 압력과 세라믹 페이스트의 조성에 대하여 최적의 희생용 페이스트의 조성을 결정할 수 있다.
- [0124] 이때, 압출 압력은 100kPa이고, 세라믹 페이스트 내 세라믹 분말의 함량은 30vol%이다.
- [0125] 도 5에 도시된 바와 같이, 압출용 페이스트의 코어/셸 비율에 대하여, 희생용 페이스트 내 탄소 분말의 함량이 10vol%인 경우, 압출 결과가 가장 흡사한 것으로 확인되었다. 게다가, 동일한 압출 압력 및 세라믹 페이스트 내 세라믹 분말의 함량에서 희생용 페이스트 내 탄소 분말의 함량을 다양하게 함으로써, 모두 안정적으로 코어 및 셸 구조의 필라멘트가 형성될 수 있음을 확인하였다.
- [0126] 도 6은 압출 압력에 따른 압출용 용기로부터 압출되는 페이스트의 양의 관계를 나타내는 그래프이다.
- [0127] 도 6을 참조하여, 세라믹 페이스트 내 세라믹 분말의 함량이 30vol%이고, 희생용 페이스트 내 탄소 분말의 함량이 10vol%인 압출용 페이스트를 구성한 경우, 최적의 압출 압력이 결정될 수 있다.
- [0128] 구체적으로, 세라믹 페이스트, 희생용 페이스트 및 압출용 페이스트의 압출 압력에 따른 압출 거동을 개별적으로 측정 한 후에 시간을 동기화시킴으로써 압출 압력에 따른 압출량을 정량화할 수 있다.
- [0129] 이때, 압출 압력이 50 내지 250kPa인 범위에서 압출용 페이스트의 압출 거동은 압출용 용기의 셸 부분에 채워진 세라믹 페이스트의 압출 거동과 거의 동일한 양상을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

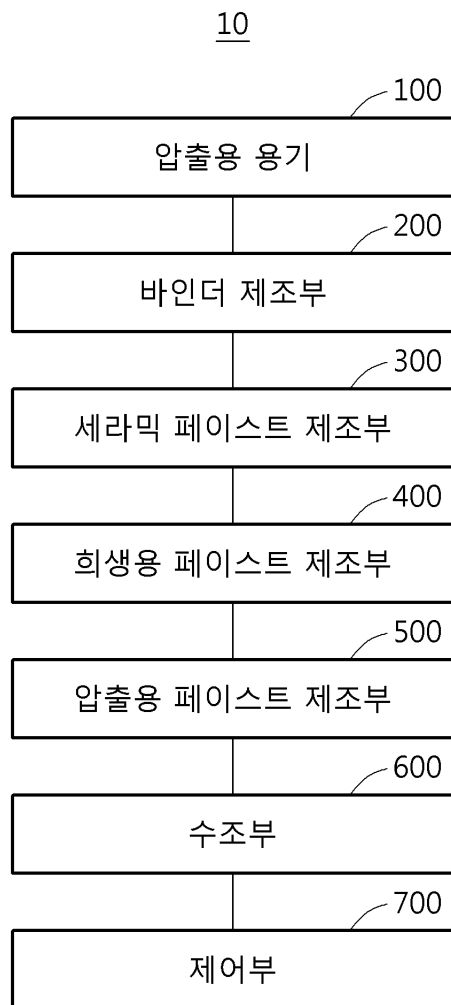
- [0130] 또한, 세라믹 페이스트 내 세라믹 분말의 함량이 30vol%이고, 희생용 페이스트 내 탄소 분말의 함량이 10vol%인 압출용 페이스트를 구성한 경우, 특히 압출 압력이 100kpa 근방인 경우 압출용 용기의 직경과 같은 직경의 필라멘트가 형성될 수 있다.
- [0131] 이와 같이, 세라믹 페이스트 내 세라믹 분말의 함량 및 희생용 페이스트 내 탄소 분말의 함량에 따른 최적의 압출 압력이 존재할 수 있으며, 압출 압력을 변화시킴으로써 지지체의 형상 또는 기공 구조를 제어할 수 있다.
- [0132] 도 7은 압출용 페이스트 내 세라믹 분말의 함량에 따른 압출용 용기로부터 압출되는 페이스트의 양의 관계를 나타내는 그래프이다.
- [0133] 도 7을 참조하여, 압출 압력이 50 내지 250kPa인 범위에서, 예를 들어 압출 압력이 100kPa이고, 희생용 페이스트 내 탄소 분말의 함량이 10vol%이며, 압출용 용기의 압출 직경이 500um인 경우, 압출용 용기에서 압출되는 압출용 페이스트의 양은 세라믹 페이스트 내 혼합된 세라믹 분말의 양과 다음과 같은 상관 관계를 가질 수 있다.
- [0134] $W = 0.068V^2 - 4.73V + 86.3154$
- [0135] 이때,
- [0136] W는 압출용 용기에서 압출되는 압출용 페이스트의 양이고,
- [0137] V는 세라믹 페이스트 내 혼합된 세라믹 분말의 양이다.
- [0138] 이와 같이, 압출용 용기에서 압출되는 압출용 페이스트의 양, 즉 압출량은 세라믹 페이스트 내 혼합된 세라믹 분말의 양, 즉 세라믹 분말의 함량에 의해 결정될 수 있다.
- [0139] 또한, 세라믹 분말의 함량에 따라서 압출량 또는 압출 거동이 달라질 수 있다. 예를 들어, 세라믹 분말의 함량이 증가되면 압출량이 감소될 수 있다.
- [0140] 이와 같이 상기 세라믹 분말의 함량은 최종적인 지지체의 형상에 큰 영향을 주게 되므로, 세라믹 분말의 함량 및 압출량의 상관 관계를 파악함으로써, 안정적으로 미리 설계된 지지체의 형상을 효과적으로 구현할 수 있다.
- [0141] 이상과 같이 본 발명의 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

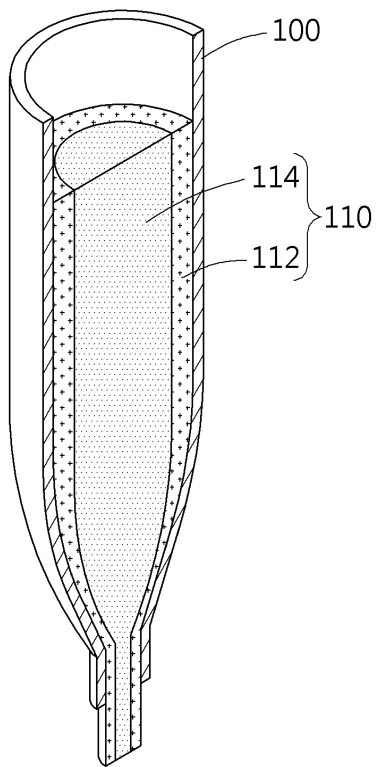
- [0142] 10: 3차원 다공성 지지체의 제조 시스템
- 100: 압출용 용기
- 200: 바인더 제조부
- 300: 세라믹 페이스트 제조부
- 400: 희생용 페이스트 제조부
- 500: 압출용 페이스트 제조부
- 600: 수조부
- 700: 제어부

도면

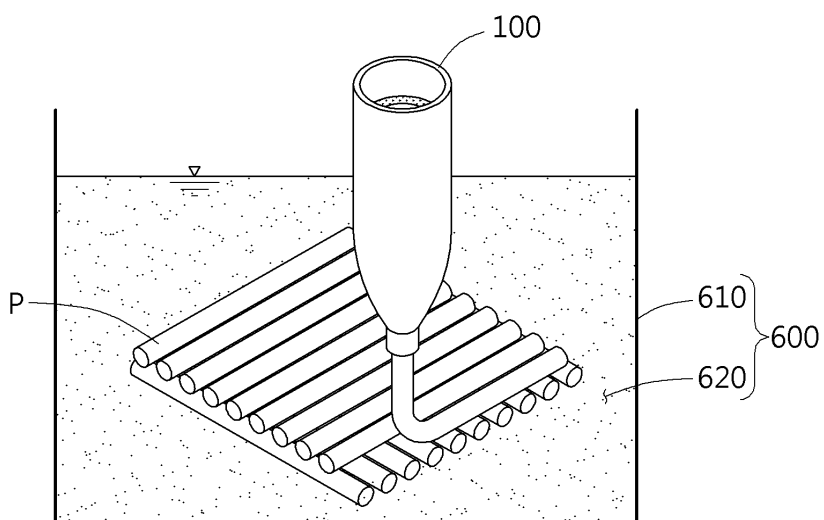
도면1



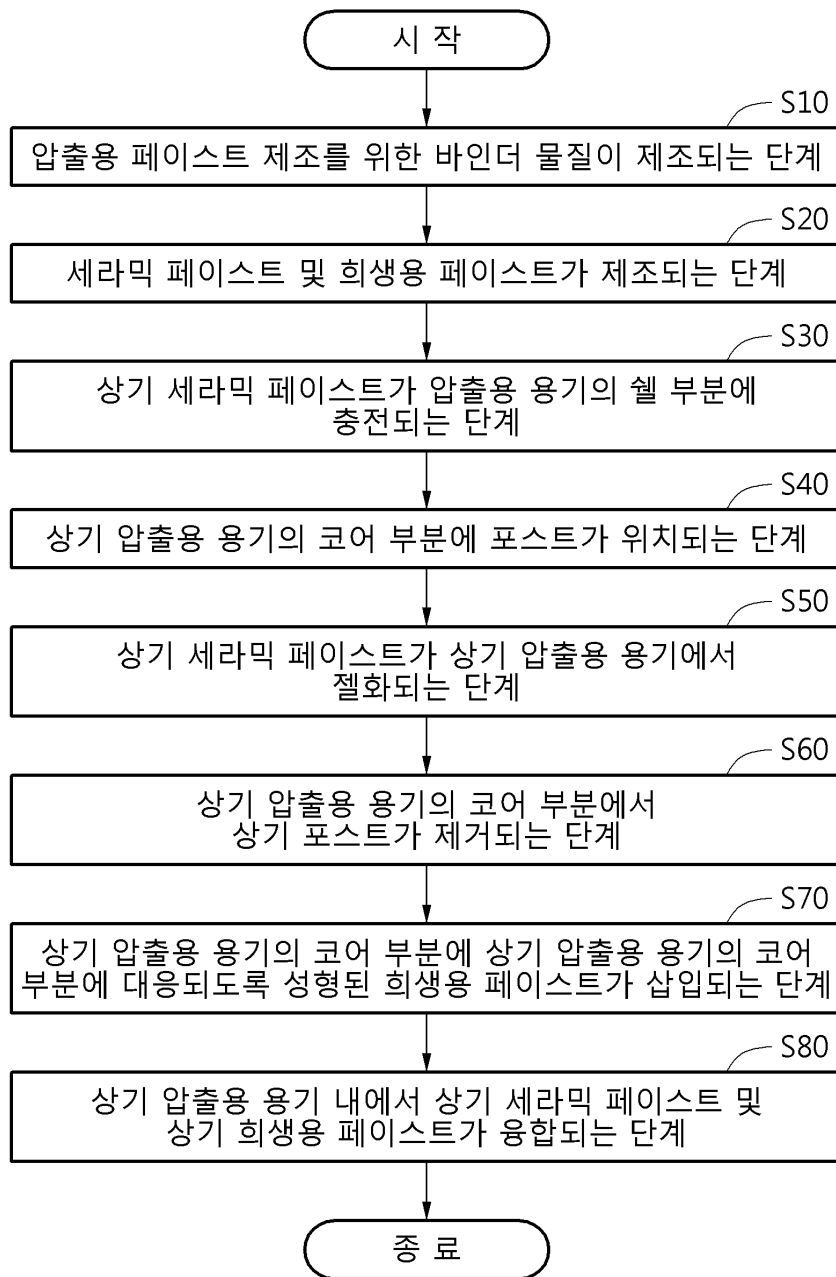
도면2



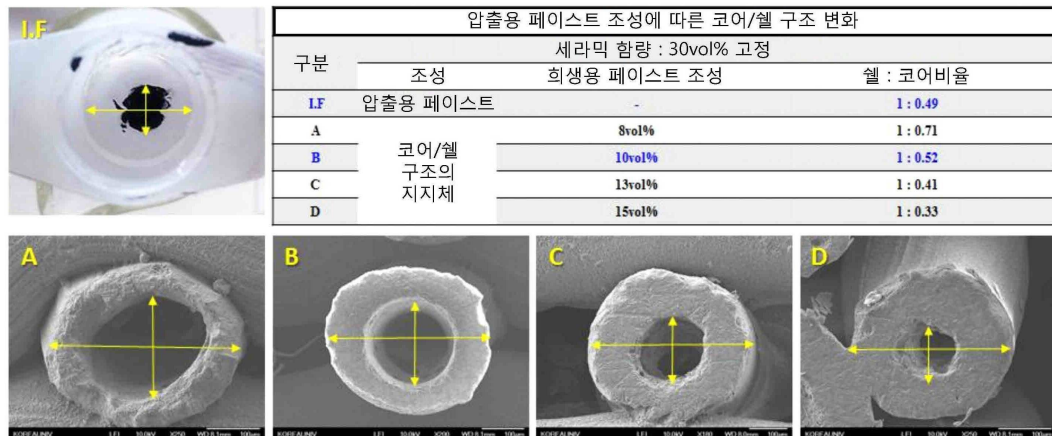
도면3



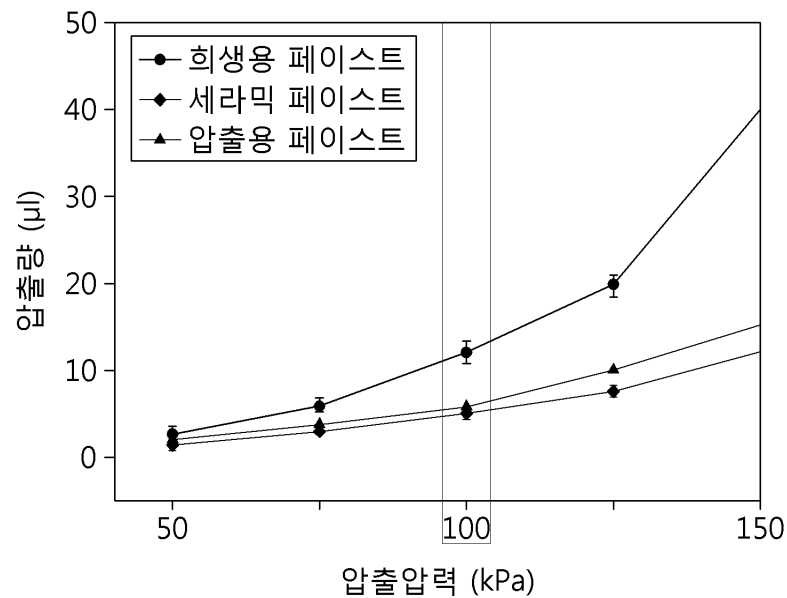
도면4



도면5



도면6



도면7

