



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0114624
(43) 공개일자 2023년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22C 9/06 (2006.01) B22C 5/08 (2006.01)
B22C 9/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22C 9/065 (2013.01)
B22C 5/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0011016
(22) 출원일자 2022년01월25일
심사청구일자 2022년01월25일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
김덕중
경상남도 진주시 가호로 26, 206동 903호(가좌동, 진주가좌주공아파트)
황혜성
경상남도 진주시 가좌길36번길 14, 501호(가좌동, 원하우스)
키어터 라씨
경상남도 진주시 가좌길40번길 15, 203호(가좌동)
(74) 대리인
김태현

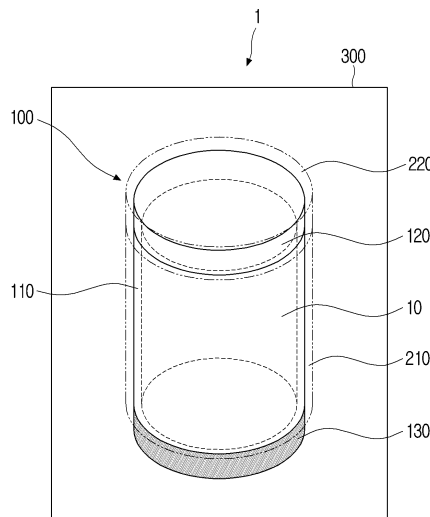
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 동결 주조 장치 및 그를 이용한 동결 주조 방법

(57) 요약

동결 주조 장치가 개시된다. 본 동결 주조 장치는, 주형, 히터 및 주형을 수용하고, 주형을 냉각시키는 냉각 장치를 포함하며, 주형은, 분산액을 수용하고, 상단 및 하단이 개방된 중공 형태의 프레임, 프레임의 상단에 결합되고, 기설정된 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성되는 제1 평판 및 프레임의 하단에 결합되는 제2 평판을 포함하며, 프레임 또는 제2 평판 중 하나는 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성되고, 나머지 하나는 제1 열전도도보다 높은 제2 열전도도를 갖는 양도체로 구성되며, 히터는, 제1 평판과 단열 소재로 구성되는 프레임 또는 제2 평판 각각에 열을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
B22C 9/02 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711133334
과제번호	2021R1A2C2004207
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	고열전도성/고강도 테셀레이션 (Tessellation) 소재 연구
기 여 율	75/100
과제수행기관명	경상대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415169399
과제번호	20192050100060
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지수요관리핵심기술개발(에트)(R&D)
연구과제명	전기화학적 압축기를 이용한 화학흡착식 히트펌프 시스템 개발
기 여 율	25/100
과제수행기관명	한국기계연구원
연구기간	2020.06.01 ~ 2021.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

주형;

히터; 및

상기 주형을 수용하고, 상기 주형을 냉각시키는 냉각 장치;를 포함하며,

상기 주형은,

분산액을 수용하고, 상단 및 하단이 개방된 중공 형태의 프레임;

상기 프레임의 상단에 결합되고, 기설정된 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성되는 제1 평판; 및

상기 프레임의 하단에 결합되는 제2 평판;을 포함하며,

상기 프레임 또는 상기 제2 평판 중 하나는 상기 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성되고, 나머지 하나는 상기 제1 열전도도보다 높은 제2 열전도도를 갖는 양도체로 구성되며,

상기 히터는,

상기 제1 평판과 상기 단열 소재로 구성되는 상기 프레임 또는 상기 제2 평판 각각에 열을 제공하는, 동결 구조 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프레임 및 상기 제2 평판 모두 상기 제2 열전도도를 갖는 양도체로 구성되며,

상기 히터는, 상기 제1 평판에만 열을 제공하는, 동결 구조 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 분산액의 온도를 감지하는 온도 센서; 및

상기 히터의 작동을 제어하는 프로세서;를 더 포함하며,

상기 프로세서는,

상기 온도 센서로부터 수신한 상기 분산액의 온도에 기초하여, 상기 제1 평판과 상기 단열 소재로 구성되는 상기 프레임 또는 상기 제2 평판의 온도가 상기 분산액의 온도와 대응되도록 상기 히터의 작동을 제어하는, 동결 구조 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 프레임의 내부 및 상기 제2 평판의 상면에 배치되고, 경사 면을 갖는 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 더 포함하는, 동결 구조 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 프레임은, 상기 상단 및 상기 하단이 각각 윗면 및 밑면에 대응되는 원기둥 형태로 형성된, 동결 구조 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 프레임은, 직육면체 형태로 형성된, 동결 주조 장치.

청구항 7

동결 주조 장치의 동결 주조 방법에 있어서,

기설정된 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성되고 상단 및 하단이 개방된 중공 형태의 프레임의 하단에 상기 제1 열전도도보다 높은 제2 열전도도를 갖는 양도체로 구성된 제2 평판이 결합되는 단계;

상기 프레임 내부에 분산액이 수용되는 단계;

상기 프레임의 상단에 상기 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성된 제1 평판이 결합되는 단계;

상기 프레임을 냉각 장치 내부에 배치하여 냉각하는 단계; 및

상기 프레임 및 상기 제1 평판의 온도가 상기 분산액의 온도와 대응되도록 상기 프레임 및 상기 제1 평판에 열을 제공하는 히터를 작동하는 단계;를 포함하는, 동결 주조 방법.

청구항 8

동결 주조 장치의 동결 주조 방법에 있어서,

기설정된 제2 열전도도를 갖는 양도체로 구성되고 상단 및 하단이 개방된 중공 형태의 프레임의 하단에 상기 제2 열전도도보다 낮은 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성된 제2 평판이 결합되는 단계;

상기 프레임 내부에 분산액이 수용되는 단계;

상기 프레임의 상단에 상기 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성된 제1 평판이 결합되는 단계;

상기 프레임을 냉각 장치 내부에 배치하여 냉각하는 단계; 및

상기 제1 평판 및 상기 제2 평판의 온도가 상기 분산액의 온도와 대응되도록 상기 제1 평판 및 상기 제2 평판에 열을 제공하는 히터를 작동하는 단계;를 포함하는, 동결 주조 방법.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 프레임의 하단에 상기 제2 평판이 결합되면, 상기 프레임의 내부 및 상기 제2 평판의 상면에 PDMS(Polydimethylsiloxane)가 경사지게 배치되는 단계;를 더 포함하는, 동결 주조 방법.

청구항 10

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 프레임은, 상기 상단 및 상기 하단이 각각 윗면 및 밑면에 대응되는 원기둥 형상인, 동결 주조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 동결 주조 장치 및 그를 이용한 동결 주조 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 분산액이 담긴 주형을 냉각 장치 내부에 배치하고, 단열이 필요한 위치에 히터를 배치하여, 동결 주조를 위한 열적 경계 조건이 명확히 나타나도록 하는 관한 동결 주조 장치 및 동결 주조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 동결 주조는 분산액의 동결 과정을 조절하여 원하는 미세 구조를 가지는 구조물을 제작하는 공정 기술이다. 일반적으로 극저온의 유체 용기, 금속 열전달 구조물, 주형을 이용하여 동결 주조를 수행한다.

[0003] 동결 주조는 미세 구조를 세밀하게 조절할 수 있는 장점으로 인해 기능성 세라믹 제품을 만들 유망한 공정 기술로 주목받고 있으며, 배터리나 연료전지에서 사용되는 에너지 소재의 미세 구조를 적절히 제어하여 성능을 향상시키는 데에도 적용될 수 있다.

[0004] 동결 주조를 위해 주형에서 열이 방출되는 위치에 액화 질소 등의 냉각제를 집해주는 방법으로 동결 주조를 수행하였으나, 이는 대형화가 어렵고 제작 및 관리가 불편하여 산업적 규모로 확대하기에는 어려움이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서 본 개시는 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 분산액이 담긴 주형을 냉각 장치 내부에 배치하는 간단한 방법으로 동결 주조를 할 수 있고, 액화 질소 등 별도의 냉각제가 불필요하며, 냉각 장치 내부의 낮은 주위 온도에 의해 단열 소재로 구성된 위치로도 열이 방출되는 것을 방지하기 위해 단열이 필요한 위치에 히터를 배치하여 원하는 방향으로만 열전달이 이루어지도록 할 수 있으므로 동결 주조를 위한 열적 경계 조건이 보다 명확히 나타나도록 하는 동결 주조 장치 및 그를 이용한 동결 주조 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 개시는 이상과 같은 목적을 달성하기 위한 것으로, 본 개시에 따른 동결 주조 장치는, 주형, 히터 및 상기 주형을 수용하고, 상기 주형을 냉각시키는 냉각 장치를 포함하며, 상기 주형은, 분산액을 수용하고, 상단 및 하단이 개방된 중공 형태의 프레임, 상기 프레임의 상단에 결합되고, 기설정된 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성되는 제1 평판 및 상기 프레임의 하단에 결합되는 제2 평판을 포함하며, 상기 프레임 또는 상기 제2 평판 중 하나는 상기 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성되고, 나머지 하나는 상기 제1 열전도도보다 높은 제2 열전도도를 갖는 양도체로 구성되며, 상기 히터는, 상기 제1 평판과 상기 단열 소재로 구성되는 상기 프레임 또는 상기 제2 평판 각각에 열을 제공할 수 있다.

[0007] 한편, 상기 동결 주조 장치는, 상기 프레임 및 상기 제2 평판 모두 상기 제2 열전도도를 갖는 양도체로 구성되며, 상기 히터는, 상기 제1 평판에만 열을 제공할 수 있다.

[0008] 한편, 상기 동결 주조 장치는, 상기 분산액의 온도를 감지하는 온도 센서 및 상기 히터의 작동을 제어하는 프로세서를 더 포함하며, 상기 프로세서는, 상기 온도 센서로부터 수신한 상기 분산액의 온도에 기초하여, 상기 제1 평판과 상기 단열 소재로 구성되는 상기 프레임 또는 상기 제2 평판의 온도가 상기 분산액의 온도와 대응되도록 상기 히터의 작동을 제어할 수 있다.

[0009] 한편, 상기 동결 주조 장치는, 상기 프레임의 내부 및 상기 제2 평판의 상면에 배치되고, 경사 면을 갖는 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 더 포함할 수 있다.

[0010] 한편, 상기 프레임은, 상기 상단 및 상기 하단이 각각 윗면 및 밑면에 대응되는 원기둥 형태로 형성될 수 있다.

[0011] 한편, 상기 프레임은, 직육면체 형태로 형성될 수 있다.

[0012] 본 개시에 따른 동결 주조 장치의 동결 주조 방법은, 기설정된 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성되고 상단 및 하단이 개방된 중공 형태의 프레임의 하단에 상기 제1 열전도도보다 높은 제2 열전도도를 갖는 양도체로 구성된 제2 평판이 결합되는 단계, 상기 프레임 내부에 분산액이 수용되는 단계, 상기 프레임의 상단에 상기 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성된 제1 평판이 결합되는 단계, 상기 프레임을 냉각 장치 내부에 배치하여 냉각하는 단계 및 상기 프레임 및 상기 제1 평판의 온도가 상기 분산액의 온도와 대응되도록 상기 프레임 및 상기 제1 평판에 열을 제공하는 히터를 작동하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 한편, 동결 주조 장치의 동결 주조 방법은, 기설정된 제2 열전도도를 갖는 양도체로 구성되고 상단 및 하단이 개방된 중공 형태의 프레임의 하단에 상기 제2 열전도도보다 낮은 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성된 제2 평판이 결합되는 단계, 상기 프레임 내부에 분산액이 수용되는 단계, 상기 프레임의 상단에 상기 제1 열전도도를 갖는 단열 소재로 구성된 제1 평판이 결합되는 단계, 상기 프레임을 냉각 장치 내부에 배치하여 냉각하는 단계 및 상기 제1 평판 및 상기 제2 평판의 온도가 상기 분산액의 온도와 대응되도록 상기 제1 평판 및 상기 제2 평판에 열을 제공하는 히터를 작동하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 이 경우, 상기 프레임의 하단에 상기 제2 평판이 결합되면, 상기 프레임의 내부 및 상기 제2 평판의 상면에

PDMS(Polydimethylsiloxane)가 경사지게 배치되는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0015] 이 경우, 상기 프레임은, 상기 상단 및 상기 하단이 각각 윗면 및 밑면에 대응되는 원기둥 형상일 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 개시에 따른 동결 주조 장치는, 분산액이 담긴 주형을 냉각 장치 내부에 배치하는 간단한 방법으로 동결 주조를 할 수 있고, 액화 질소 등 별도의 냉각제가 불필요하며, 냉각 장치 내부의 낮은 주위 온도에 의해 단열 소재로 구성된 위치로도 열이 방출되는 것을 방지하기 위해 단열이 필요한 위치에 히터를 배치하여 원하는 방향으로만 열전달이 이루어지도록 할 수 있으므로 동결 주조를 위한 열적 경계 조건이 보다 명확히 나타나도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 개시의 일 예에 따른 동결 주조 장치를 나타낸 도면이다.

도 2 및 도 3은 본 개시의 다양한 예에 따른 동결 주조 장치를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 개시의 일 예에 따른 동결 주조 장치의 블록도이다.

도 5 내지 도 7은 본 개시의 다양한 예에 따른 동결 주조 방법을 나타낸 도면이다.

도 8은 본 개시의 일 예에 따른 동결 주조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 9 내지 도 11은 본 개시의 다양한 예에 따른 동결 주조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하에서 설명되는 예는 본 개시의 이해를 돕기 위하여 예시적으로 나타낸 것이며, 본 개시는 여기서 설명되는 예들과 다르게, 다양하게 변형되어 실시될 수 있음이 이해되어야 할 것이다. 다만, 이하에서 본 개시를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성요소에 대한 구체적인 설명이 본 개시의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명 및 구체적인 도시를 생략한다.

[0019] 본 명세서 및 청구범위에서 사용되는 용어는 본 개시의 기능을 고려하여 일반적인 용어들을 선택하였다. 하지만, 이러한 용어들은 당 분야에 종사하는 기술자의 의도나 법률적 또는 기술적 해석 및 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다.

[0020] 또한, 일부 용어는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있다. 이러한 용어에 대해서는 본 명세서에서 정의된 의미로 해석될 수 있으며, 구체적인 용어 정의가 없으면 본 명세서의 전반적인 내용 및 당해 기술 분야의 통상적인 기술 상식을 토대로 해석될 수도 있다.

[0021] 그리고, 본 명세서에서는 본 개시의 각 예의 설명에 필요한 구성요소를 설명한 것이므로, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 일부 구성요소는 변경 또는 생략될 수도 있으며, 다른 구성요소가 추가될 수도 있다. 또한 서로 다른 독립적인 장치에 분산되어 배치될 수도 있다.

[0022] 본 개시의 설명에 있어서 각 단계의 순서는 선행 단계가 논리적 및 시간적으로 반드시 후행 단계에 앞서서 수행되어야 하는 경우가 아니라면 각 단계의 순서는 비제한적으로 이해되어야 한다. 즉, 위와 같은 예외적인 경우를 제외하고는 후행 단계로 설명된 과정이 선행 단계로 설명된 과정보다 앞서서 수행되더라도 개시의 본질에는 영향이 없으며 권리범위 역시 단계의 순서에 관계없이 정의되어야 한다.

[0023] 그리고 본 명세서에서 "A 또는 B"라고 기재한 것은 A와 B 중 어느 하나를 선택적으로 가리키는 것뿐만 아니라 A와 B 모두를 포함하는 것도 의미하는 것으로 정의된다. 또한, 본 개시에서 "포함"이라는 용어는 포함하는 것으로 나열된 요소 이외에 추가로 다른 구성요소를 더 포함하는 것도 포괄하는 의미를 가진다.

[0024] 본 개시에서 사용된 "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 다양한 구성요소들을, 순서 및/또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다.

[0025] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 개시의 예를 상세하게 설명하지만, 본 개시가 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

- [0026] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 개시에 대하여 더욱 상세히 설명하도록 한다.
- [0027] 도 1은 본 개시의 일 예에 따른 동결 구조 장치(1)를 나타낸 도면이다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 본 개시의 일 예에 의한 동결 구조 장치(1)는 주형(100), 히터(200) 및 냉각 장치(300)를 포함할 수 있다.
- [0029] 주형(100)은 프레임(110), 제1 평판(120) 및 제2 평판(130)을 포함하며, 프레임(110) 내부에는 분산액(10)이 수용될 수 있다.
- [0030] 프레임(110)은 상단 및 하단이 개방된 중공 형태로 형성될 수 있으며, 개방된 상단에는 제1 평판(120)이 결합되고, 개방된 하단에는 제2 평판(130)이 결합될 수 있다.
- [0031] 프레임(110)의 내부에는 분산액(10) 수용될 수 있으며, 주형(100)이 냉각 장치(300)의 내부에 배치되면 분산액(10)의 열이 주형(100)의 외부로 방출될 수 있다.
- [0032] 냉각 장치(300)는 내부의 공기를 냉각시켜 낮은 온도의 환경을 제공하는 장치이며, 공기를 냉각시키기 위해 압축기, 응축기, 증발기 등을 포함할 수 있다.
- [0033] 분산액(10)은 주형(100)에 주어지는 열적 경계 조건에 따라 다양한 형태의 결과물을 형성할 수 있다.
- [0034] 주형(100)의 열적 경계 조건을 위해 프레임(110), 제1 평판(120), 제2 평판(130)은 각각 단열 소재 또는 양도체로 구성될 수 있다.
- [0035] 단열 소재는 물체와 물체 사이에 열이 통하지 않도록 하는 성질을 가진 소재로, 석면, 세라믹, 에어로겔 등을 포함할 수 있다. 본 개시에서 단열 소재는 기설정된 제1 열전도도를 갖는 소재일 수 있으며, 동결 구조에서 필요한 단열성을 고려하여 제1 열전도도를 설정할 수 있다.
- [0036] 양도체는 열이 잘 전달되는 성질을 가진 물체로, 은, 구리 등을 포함할 수 있다. 본 개시에서 양도체는 기설정된 제2 열전도도를 갖는 물체일 수 있으며, 동결 구조에서 필요한 열전도성을 고려하여 제2 열전도도를 설정할 수 있다.
- [0037] 단열 소재의 제1 열전도도는 양도체의 제2 열전도도보다 낮게 설정될 수 있다.
- [0038] 주형(100)이 냉각 장치(300) 내부에 배치되면, 프레임(110), 제1 평판(120), 제2 평판(130) 중 단열 소재로 구성된 부분 보다는 양도체로 구성된 부분을 통해 주로 열전달이 일어나게 된다.
- [0039] 일 예에 따른 도 1에서는, 프레임(110) 및 제1 평판(120)은 단열 소재로 구성되며, 제2 평판(130)은 양도체로 구성된 것을 도시한 것이다.
- [0040] 도 1에 따른 주형(100)을 냉각 장치(300) 내부에 배치할 경우, 단열 소재로 구성된 프레임(110) 및 제1 평판(120) 보다는 양도체로 구성된 제2 평판(130)으로 분산액(10)의 열이 주로 방출될 수 있다.
- [0041] 한편, 프레임(110) 및 제1 평판(120)이 단열 소재로 구성되더라도 냉각 장치(300) 내부의 낮은 온도에 의해 단열 소재를 통해서도 열이 방출될 수 있다. 이를 방지하기 위해 단열 소재로 구성된 프레임(110) 및 제1 평판(120) 각각에 열을 제공하는 히터(200)를 배치할 수 있다.
- [0042] 도 1을 참조하면, 프레임(110)에 열을 제공하기 위해 프레임 히터(210)가 배치될 수 있으며, 제1 평판(120)에 열을 제공하기 위해 제1 평판 히터(220)가 배치될 수 있다.
- [0043] 히터(200)는 일 예에서와 같이 프레임(110) 및 제1 평판(120)을 감싸는 형태로 배치될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니고, 프레임(110) 및 제1 평판(120)과 이격되어 프레임(110) 및 제1 평판(120)을 향해 열을 방출하는 형태로 배치될 수도 있다.
- [0044] 히터(200)는 프레임(110) 및 제1 평판(120)의 온도가 프레임(110) 내부에 수용된 분산액(10)의 온도와 동일해지도록 열을 제공할 수 있으므로, 단열 소재로 구성된 프레임(110) 및 제1 평판(120)을 통해 분산액(10)의 열이 방출되지 않도록 할 수 있다.
- [0045] 이에 따라, 동결 구조를 위한 열적 경계 조건이 보다 명확히 나타나도록 할 수 있으며, 구조물의 미세 구조에서 나타나는 결함을 줄일 수 있다.
- [0046] 또한 기존의 액화 질소 등의 냉각제를 양도체에 접하도록 하여 동결 구조하는 방식과는 달리 주형(100) 자체를

냉각 장치(300) 내부에 배치만 하면 되므로, 주형(100)의 크기에 제한이 없으며, 동결 주조 장치(1)의 제작 및 관리도 용이하게 할 수 있다.

- [0047] 도 2 및 도 3은 본 개시의 다양한 예에 따른 동결 주조 장치(1)를 나타낸 도면이다.
- [0048] 도 1에서는 프레임(110)의 상단 및 하단이 각각 윗면 및 밑면에 대응되는 원기둥 형태로 형성된 것으로 도시하였으나, 프레임(110)은 도 2에서와 같이 직육면체 형태로 형성될 수도 있다. 이에 한정되는 것은 아니며, 형성하고자 하는 미세 구조의 형태에 따라 프레임(110), 제1 평판(120), 제2 평판(130)의 형상을 변화시킬 수도 있다.
- [0049] 일 예에 따른 도 3에서는, 주형(100)의 제1 평판(120) 및 제2 평판(130)을 단일 소재로 구성하고, 프레임(110)은 양도체로 구성한 것을 나타낸 것이다.
- [0050] 이에 따라 히터(200)는 제1 평판 히터(220) 및 제2 평판 히터(230)를 포함할 수 있으며, 각각 제1 평판(120) 및 제2 평판(130)에 열을 제공할 수 있다.
- [0051] 도 3을 참조하면, 프레임(110)만 양도체로 구성되므로, 분산액(10)의 열은 프레임(110)이 배치된 측면 방향으로만 방출되도록 주형(100)을 구현할 수 있다.
- [0052] 도 1 및 도 3에서는 프레임(110) 또는 제2 평판(130)중 하나는 단일 소재로 구성되고, 나머지 하나는 양도체로 구성된 것으로 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 프레임(110) 및 제2 평판(130) 모두 양도체로 구성될 수도 있다. 이 경우, 히터(200)는 제1 평판(120)에만 열을 제공하도록 배치될 수 있다.
- [0053] 도 4는 본 개시의 일 예에 따른 동결 주조 장치(1)의 블록도이다.
- [0054] 본 개시의 동결 주조 장치(1)는, 온도 센서(400) 및 프로세서(500)를 더 포함할 수 있다.
- [0055] 온도 센서(400)는 분산액(10)의 온도를 감지하는 센서로, 주형(100)의 내부 또는 외부에 배치될 수 있으며, 접촉식 온도 센서 또는 비접촉식 온도 센서로 구현될 수 있다.
- [0056] 프로세서(500)는 히터(200)의 작동을 제어하는 장치로, CPU(central processing unit), ASIC(application-specific integrated circuit) 또는 SoC(System on Chip) 등으로 구현될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0057] 프로세서(500)는 주형(100)의 외부 또는 냉각 장치(300)의 외부에 배치될 수 있으며, 온도 센서(400)로부터 수신한 분산액(10)의 온도에 기초하여, 주형(100)의 단일 소재로 구성된 부분이 분산액(10)의 온도와 대응되도록 히터(200)의 작동을 제어할 수 있다.
- [0058] 일 예로, 도 1와 같이 프레임(110) 및 제1 평판(120)이 단일 소재로 구성된 주형(100)의 경우, 프로세서(500)는 프레임(110) 및 제1 평판(120)의 온도가 분산액(10)의 온도와 대응되도록 히터(200)를 작동하여 열을 제공할 수 있으며, 이를 통해 프레임(110) 및 제1 평판(120)을 통해 분산액(10)의 열이 방출되지 않도록 할 수 있다.
- [0059] 도 5 내지 도 7은 본 개시의 다양한 예에 따른 동결 주조 방법을 나타낸 도면이다. 도 5 내지 도 7에서는 설명의 편의를 위해 제1 평판(120)을 도시하지 않았으며, 도 5 내지 도 7에서의 제1 평판(120)은 단일 소재로 구성될 수 있다.
- [0060] 도 5는, 프레임(110) 및 제1 평판(120)은 단일 소재로 구성되고 제2 평판(130)은 양도체로 구성된 것을 나타낸 것이다.
- [0061] 상단 도면(510)과 같이, 프레임(110)의 내부에 분산액(10)이 수용될 수 있다.
- [0062] 중단 도면(520)은 주형(100)의 단면을 나타낸 도면이다. 분산액(10)을 수용한 주형(100)이 냉각 장치(300) 내부에 배치되면, 양도체로 구성된 제2 평판(130)으로만 열이 방출되므로, 제2 평판(130)의 상면에는 제2 평판(130)과 수직인 방향(A1)으로 얼음(미세 구조)(20)이 성장한다.
- [0063] 도 5에서는 도시되지 않았으나, 프로세서(500)는 냉각 장치(300) 내부에 배치된 프레임(110) 및 제1 평판(120)의 온도가 분산액(10)의 온도와 대응되도록 히터(200)의 작동을 제어할 수 있다. 이에 따라, 분산액(10)의 열이 프레임(110) 및 제1 평판(120)으로는 방출되지 않도록 할 수 있다.
- [0064] 제2 평판(130) 상면에 얼음(20)이 성장된 상태에서 분산액(10)이 동결될 경우, 하단 도면(530)에 나타난 바와 같이, 제작된 구조물(11)은 복수의 관통홀(30)이 형성될 수 있다.

- [0065] 도 6은, 프레임(110)은 양도체로 구성되고, 제1 평판(120) 및 제2 평판(130)은 단일 소재로 구성된 것을 나타낸 것이다.
- [0066] 상단 도면(610)과 같이, 프레임(110)의 내부에 분산액(10)이 수용될 수 있다.
- [0067] 중단 도면(620)은 주형(100)의 단면을 나타낸 도면이다. 분산액(10)을 수용한 주형(100)이 냉각 장치(300) 내부에 배치되면, 양도체로 구성된 프레임(110)으로만 열이 방출되므로, 프레임(110)의 안쪽 측면에는 프레임(110)과 수직한 방향(A2)으로 얼음(20)이 성장한다.
- [0068] 도 6에서는 도시되지 않았으나, 프로세서(500)는 냉각 장치(300) 내부에 배치된 제1 평판(120) 및 제2 평판(130)의 온도가 분산액(10)의 온도와 대응되도록 히터(200)의 작동을 제어할 수 있다. 이에 따라, 분산액(10)의 열이 제1 평판(120) 및 제2 평판(130)으로는 방출되지 않도록 할 수 있다.
- [0069] 프레임(110)의 안쪽 측면에 얼음(20)이 성장된 상태에서 분산액(10)이 동결될 경우, 하단 도면(630)에 나타난 바와 같이, 제작된 구조물(12)은 복수의 단면(40)이 형성될 수 있다.
- [0070] 도 7은, 프레임(110) 및 제1 평판(120)은 단일 소재로 구성되고, 제2 평판(130)은 양도체로 구성된 것을 나타낸 것이다.
- [0071] 상단 도면(710)에 나타난 바와 같이, 프레임(110)의 내부 및 제2 평판(130)의 상면에는, 경사 면을 갖는 PDMS(Polydimethylsiloxane)(600)이 배치될 수 있다. PDMS(600)는 유기규소 화합물로, 열적 안정성이 좋으며, 절연 성질이 있는 소수성 물질이다. 즉, PDMS(600)는 제2 평판(130)의 상면에 경사지게 배치되므로, 제2 평판(130)의 위치에 따라 분산액(10)의 열이 빠져나가는 정도를 조절할 수 있다.
- [0072] 중단 도면(720)은 주형(100)의 단면을 나타낸 도면이다. 제2 평판(130)의 상면에 PDMS(600)가 경사 지게 배치되므로, 제2 평판(130)의 왼쪽이 오른쪽보다 온도가 더 낮아진다. 이에 따라, 냉각 속도를 적절히 조절함으로써, 분산액(10)에는 수직 방향 및 수평 방향의 온도 차이가 동시에 형성되므로, 얼음(20)은 제2 평판(130)과 수직한 방향 및 PDMS(600)의 경사 방향(A3)으로 성장한다.
- [0073] 도 7에는 도시되지 않았으나, 프로세서(500)는 냉각 장치(300) 내부에 배치된 프레임(110) 및 제1 평판(120)의 온도가 분산액(10)의 온도와 대응되도록 히터(200)의 작동을 제어할 수 있다. 이에 따라, 분산액(10)의 열이 프레임(110) 및 제1 평판(120)으로는 방출되지 않도록 할 수 있다.
- [0074] 제2 평판(130) 및 PDMS(600) 상면에 얼음(20)이 성장된 상태에서 분산액(10)이 동결될 경우, 하단 도면(730)에 나타난 바와 같이, 제작된 구조물(13)은 복수의 단면(50)이 형성될 수 있다.
- [0075] 도 8은 본 개시의 일 예에 따른 동결 주조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0076] 도 8을 참조하면, 동결 주조 장치의 동결 주조 방법은, 기설정된 제1 열전도도를 갖는 단일 소재로 구성되고 상단 및 하단이 개방된 중공 형태의 프레임의 하단에 제1 열전도도보다 높은 제2 열전도도를 갖는 양도체로 구성된 제2 평판이 결합되는 단계(S810), 프레임 내부에 분산액이 수용되는 단계(S820), 프레임의 상단에 제1 열전도도를 갖는 단일 소재로 구성된 제1 평판이 결합되는 단계(S830), 프레임을 냉각 장치 내부에 배치하여 냉각하는 단계(S840) 및 프레임 및 제1 평판의 온도가 분산액의 온도와 대응되도록 프레임 및 제1 평판에 열을 제공하는 히터를 작동하는 단계(S850)를 포함할 수 있다.
- [0077] 단일 소재 및 양도체와 관련된 내용, 히터를 작동하는 것과 관련된 내용은 상술한 부분에서 기재한 바 있으므로 중복 설명은 생략한다.
- [0078] 도 9 내지 도 11은 본 개시의 다양한 예에 따른 동결 주조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0079] 도 9를 참조하면, 동결 주조 장치의 동결 주조 방법은, 프레임의 하단에 제2 평판이 결합되면(S910), 프레임의 내부 및 제2 평판의 상면에 PDMS(Polydimethylsiloxane)가 경사지게 배치되는 단계(S920)를 더 포함할 수 있다.
- [0080] PDMS가 경사지게 배치되는 것과 관련된 내용은 상술한 부분에서 기재한 바 있으므로 중복 설명은 생략한다.
- [0081] 도 10을 참조하면, 동결 주조 장치의 동결 주조 방법은, 기설정된 제2 열전도도를 갖는 양도체로 구성되고 상단 및 하단이 개방된 중공 형태의 프레임의 하단에 제2 열전도도보다 낮은 제1 열전도도를 갖는 단일 소재로 구성된 제2 평판이 결합되는 단계(S1010), 프레임 내부에 분산액이 수용되는 단계(S1020), 프레임의 상단에 제1 열전도도를 갖는 단일 소재로 구성된 제1 평판이 결합되는 단계(S1030), 프레임을 냉각 장치 내부에 배치하여 냉

각하는 단계(S1040) 및 제1 평판 및 제2 평판의 온도가 분산액의 온도와 대응되도록 제1 평판 및 제2 평판에 열을 제공하는 히터를 작동하는 단계(S1050)를 포함할 수 있다.

[0082] 도 11을 참조하면, 동결 주조 장치의 동결 주조 방법은, 프레임의 하단에 제2 평판이 결합되면(S1110), 프레임의 내부 및 제2 평판의 상면에 PDMS가 경사지게 배치되는 단계(S1120)를 더 포함할 수 있다.

[0083] 단열 소재 및 양도체와 관련된 내용, 히터를 작동하는 것과 관련된 내용 및 PDMS가 경사지게 배치되는 것과 관련된 내용은 상술한 부분에서 기재한 바 있으므로 중복 설명은 생략한다.

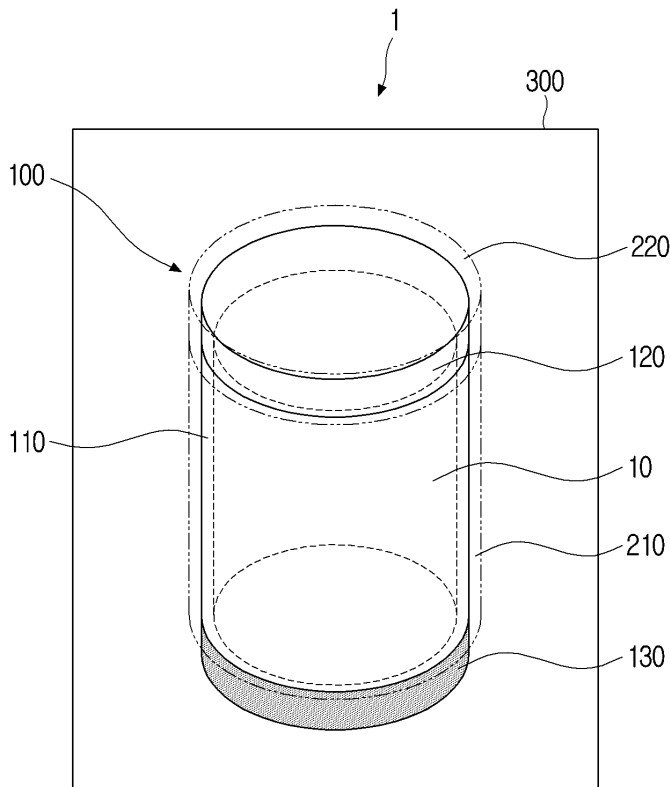
[0084] 이상 첨부 도면을 참고하여 본 개시에 대해서 설명하였지만 본 개시의 권리범위는 후술하는 특허청구범위에 의해 결정되며 전술한 실시 예 및/또는 도면에 제한되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 그리고 특허청구범위에 기재된 개시의, 당업자에게 자명한 개량, 변경 및 수정도 본 개시의 권리범위에 포함된다는 점이 명백하게 이해되어야 한다.

부호의 설명

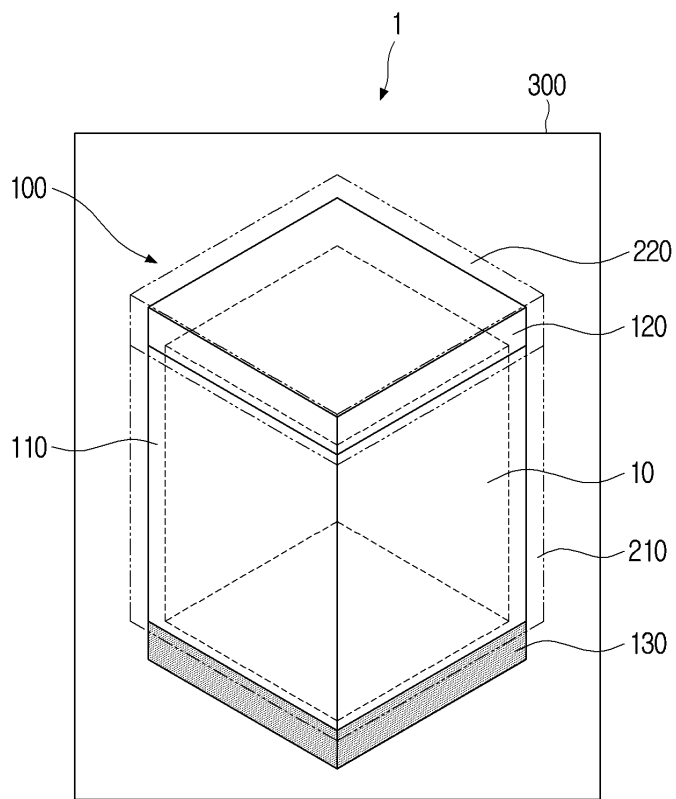
[0085] 1: 동결 주조 장치 10: 분산액
20: 얼음 100: 주형
110: 프레임 120: 제1 평판
130: 제2 평판 200: 히터
300: 냉각 장치 400: 온도 센서
500: 프로세서 600: PDMS

도면

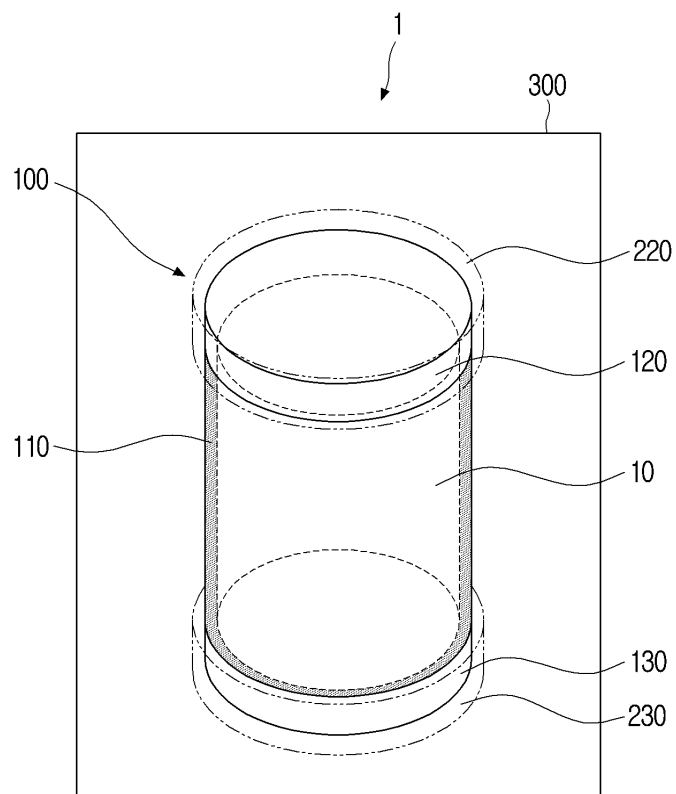
도면1



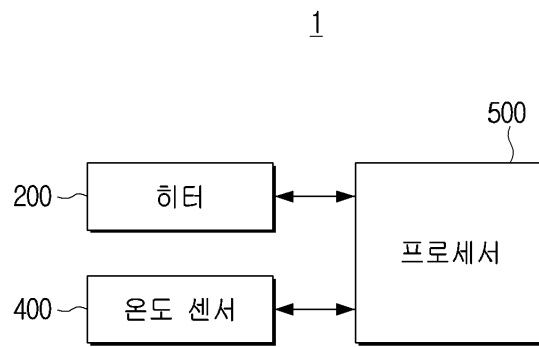
도면2



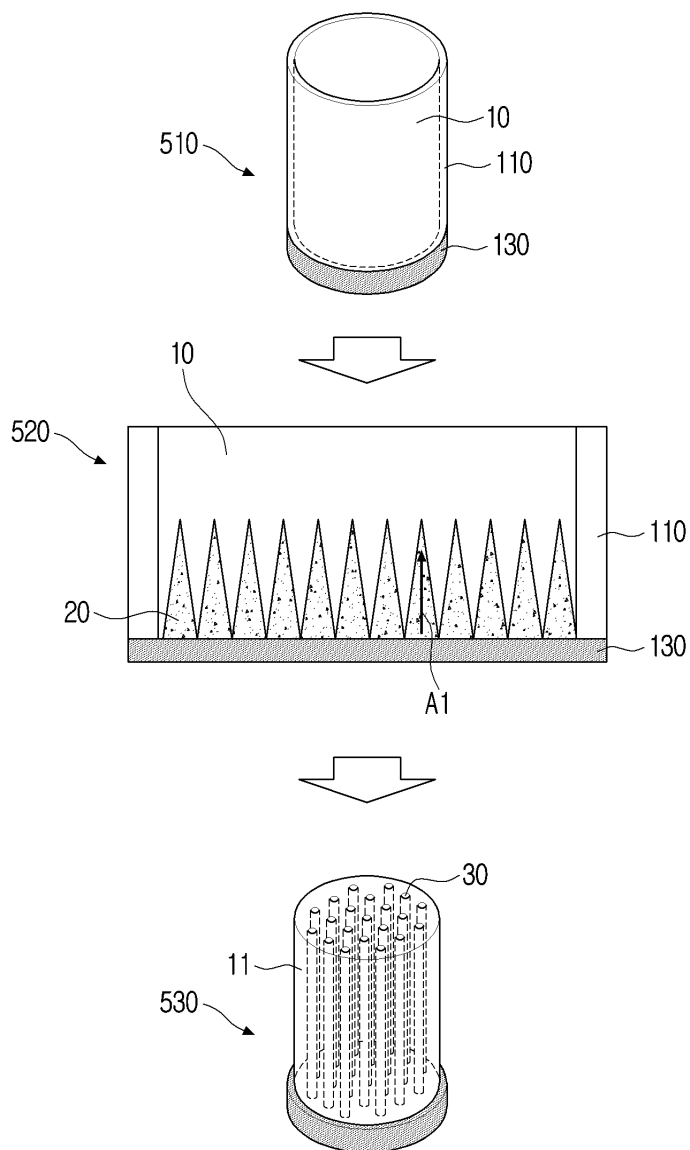
도면3



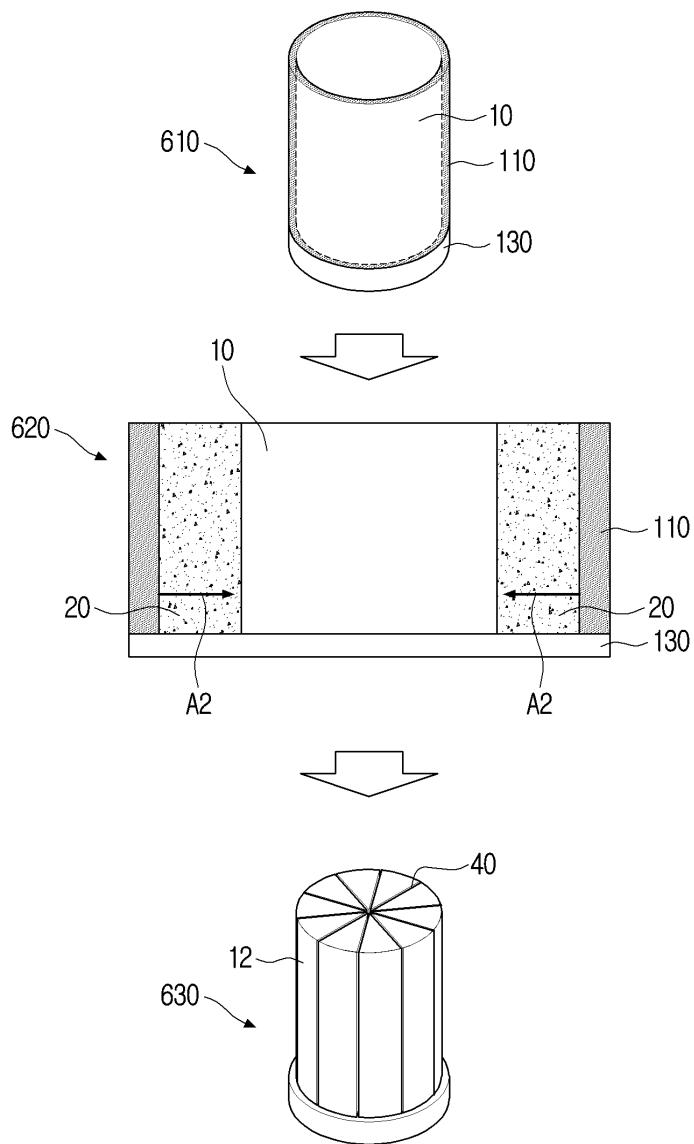
도면4



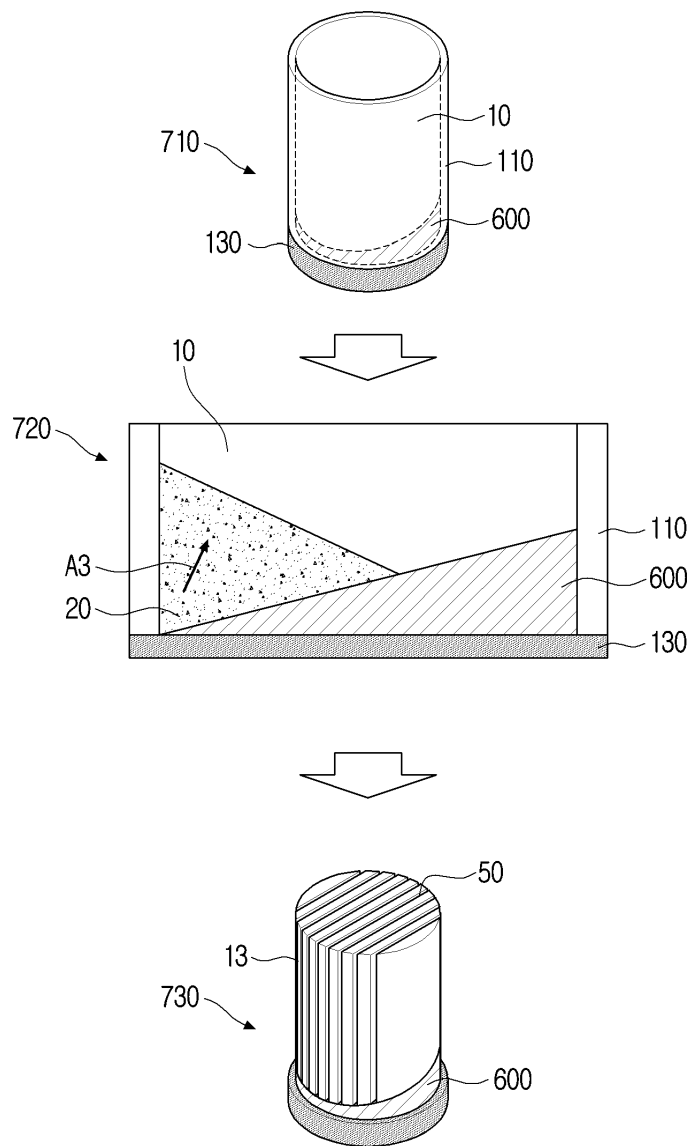
도면5



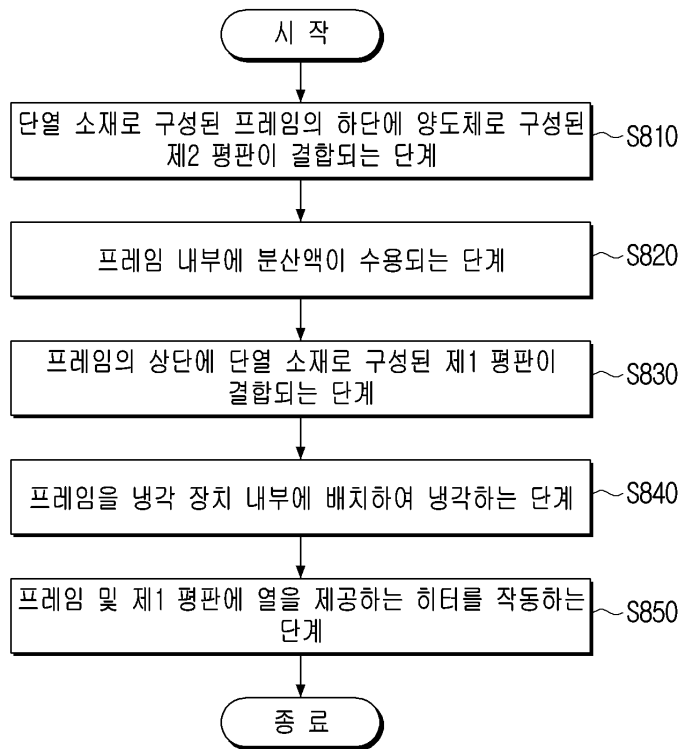
도면6



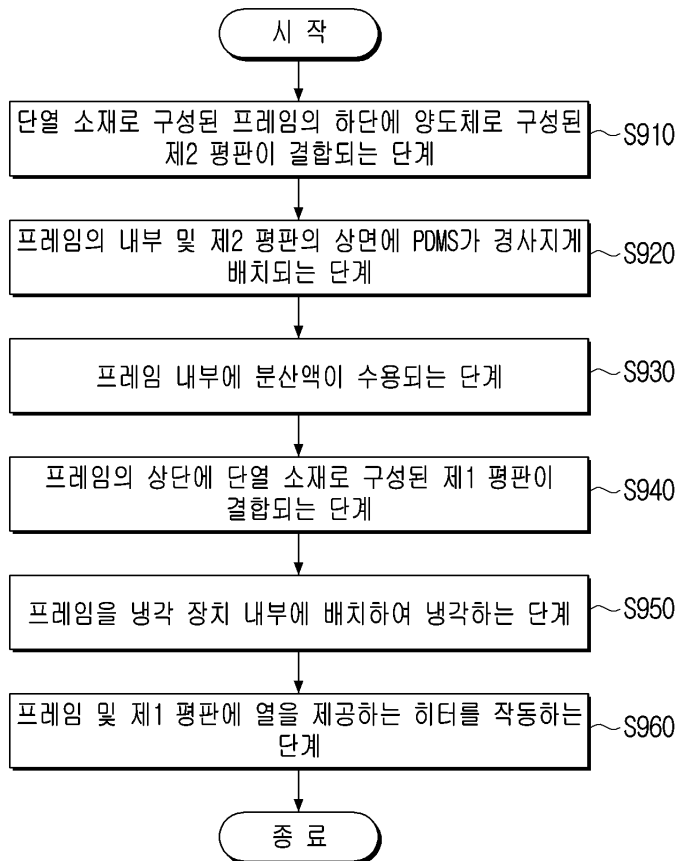
도면7



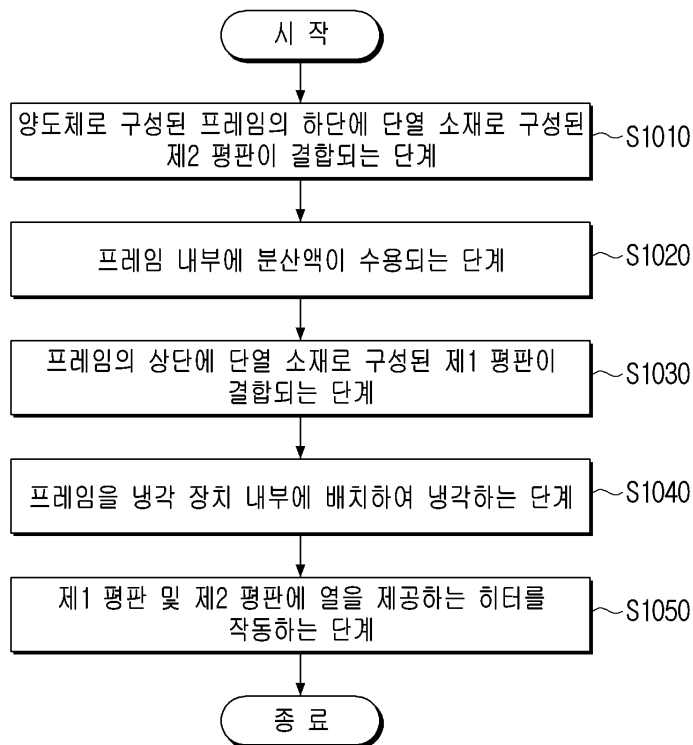
도면8



도면9



도면10



도면11

