



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0134174
(43) 공개일자 2022년10월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 15/02 (2006.01) G01N 25/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 15/02 (2020.05)

G01N 25/20 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0039493

(22) 출원일자 2021년03월26일

심사청구일자 2021년03월26일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

오동욱

광주광역시 남구 제석로80번길 36, 305동 1202호
(봉선동, 봉선3차 한국아텔리움)

김호성

광주광역시 광산구 송도로182번길 16-3, 201동
1110호(도산동, 도산동 2차 대주파크빌)

(74) 대리인

리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

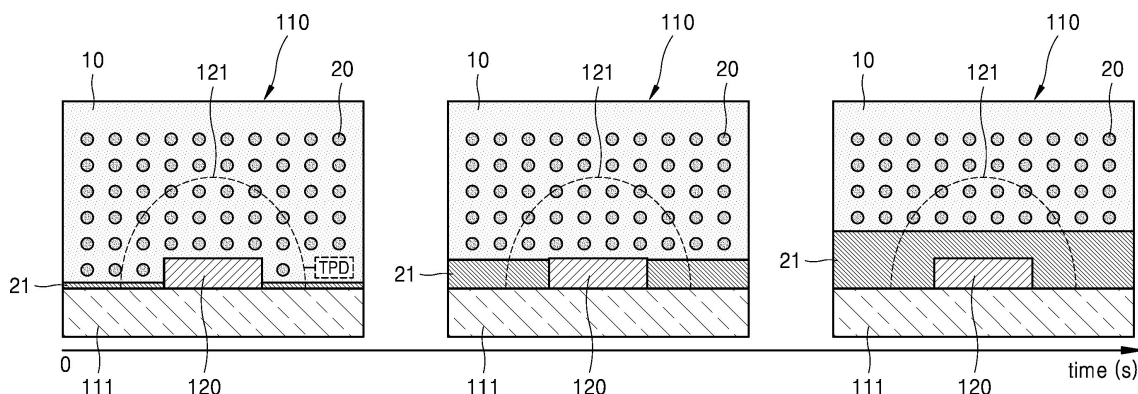
(54) 발명의 명칭 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법

(57) 요약

본 발명은 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법에 관한 것으로, 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치는, 용매로 채워지는 용매부; 상기 용매부 하부에 구비되며, 전류에 의해 가열되면서 온도 변화에 따른 열전도율을 측정할 수 있는 히터부; 상기 히터부에서 발생한 온도 변화에 따른 열전도율 데이터를 수신

(뒷면에 계속)

대표도



하는 제어부;를 포함하며, 상기 용매부에는 크기를 측정하기 위한 입자가 배치되며, 상기 제어부는 상기 열전도율 데이터를 통해 입자의 크기를 측정하는 것을 특징으로 하는 것이며, 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법은, 상기 히터부에 전류를 가하여 상기 히터부를 가열하는 가열 단계; 상기 히터부를 통해 시간에 따른 열전도율을 측정하는 열전도율 측정 단계; 상기 열전도율 측정 단계에서 측정된 시간에 따른 열전도율 데이터를 통해 상기 제어부로 입자의 크기를 측정하는 입자 크기 측정 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 것이다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345313092
과제번호	2019R111A3A01061335
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지역대학우수과학자지원사업(1년~5년)
연구과제명	첨가제 정렬을 이용한 적층가공 폴리머 복합소재의 열물성 제어
기 여 율	1/2
과제수행기관명	조선대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345329679
과제번호	2020대학혁신-146
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	대학혁신지원(R&D)
연구과제명	(광주전남지역혁신플랫폼)전남대학교
기 여 율	1/2
과제수행기관명	목포대학교 (조선대 협업)
연구기간	2020.08.01 ~ 2021.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

입자의 크기를 측정하는 입자 크기 측정장치에 있어서,

용매로 채워지는 용매부;

상기 용매부 하부에 구비되며, 전류에 의해 가열되면서 온도 변화에 따른 열전도율을 측정할 수 있는 히터부;

상기 히터부에서 발생한 온도 변화에 따른 열전도율 데이터를 수신하는 제어부;를 포함하며,

상기 용매부에는 크기를 측정하기 위한 입자가 배치되며,

상기 제어부는 상기 열전도율 데이터를 통해 입자의 크기를 측정하는 것을 특징으로 하는 침전식 입자 크기 측정장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 히터부는, 교류 전류를 통해 가열되는 것을 특징으로 하는 침전식 입자 크기 측정장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부에서 측정된 열전도율을 비교하여 상기 용매에 대한 상기 입자의 농도를 측정하는 것을 특징으로 하는 침전식 입자 크기 측정장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부에서 측정된 열전도율을 비교하여 시간에 따라 상기 히터부의 주변에 형성되는 입자층의 두께를 측정하고,

상기 제어부는, 시간에 따른 상기 입자층의 두께를 통해 상기 입자의 하강 속도를 측정하며, 상기 입자의 하강 속도를 통해 입자의 크기를 측정하는 것을 특징으로 하는 침전식 입자 크기 측정장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 히터부는 직사각형 형상으로 이루어지며,

상기 히터부의 폭은 $1\mu\text{m}$ 에서 $100\mu\text{m}$ 사이 범위이고, 상기 히터부의 길이는 $100\mu\text{m}$ 에서 100mm 사이 범위인 것을 특징으로 하는 침전식 입자 크기 측정장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 용매부는,

상기 용매가 채워지는 공간의 측면에 구비되는 지지부와, 상기 지지부 상부에 덮히면서 상기 용매의 증발을 방지할 수 있는 커버부를 포함하는 것을 특징으로 하는 침전식 입자 크기 측정장치.

청구항 7

용매로 채워지는 용매부; 상기 용매부 하부에 구비되며, 전류에 의해 가열되면서 온도 변화에 따른 열전도율을 측정할 수 있는 히터부; 상기 히터부에서 발생한 온도 변화에 따른 열전도율 데이터를 수신하는 제어부;를 포함하고, 상기 용매부에는 크기를 측정하기 위한 입자가 배치되는 침전식 입자 크기 측정장치를 통해, 입자의 크기를 측정하는 입자 크기 측정방법으로,

상기 히터부에 전류를 가하여 상기 히터부를 가열하는 가열 단계;

상기 히터부를 통해 시간에 따른 열전도율을 측정하는 열전도율 측정 단계;

상기 열전도율 측정 단계에서 측정된 시간에 따른 열전도율 데이터를 통해 상기 제어부로 입자의 크기를 측정하는 입자 크기 측정 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 히터부는, 교류 전류를 통해 가열되는 것을 특징으로 하는 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 입자 크기 측정 단계는,

상기 제어부를 통해 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부에서 측정된 열전도율을 비교하여 상기 용매에 대한 상기 입자의 농도를 측정하는 것을 특징으로 하는 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 입자 크기 측정 단계는,

상기 제어부를 통해 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부에서 측정된 열전도율을 비교하여 시간에 따라 상기 히터부의 주변에 형성되는 입자층의 두께를 측정하고,

시간에 따른 상기 입자층의 두께를 통해 상기 입자층의 하강 속도를 측정하며, 상기 입자층의 하강 속도를 통해 입자의 크기를 측정하는 것을 특징으로 하는 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 교류 전류에 의해 가열되는 히터부를 통해 열전도율을 측정하고, 이를 통해 입자의 크기를 측정할 수 있는 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 입자의 크기는 빛을 이용하는 측정장치를 통해 측정된다. 빛을 이용하여 입자의 크기를 측정하는 측정 장치는 빛을 조사하여 입도를 측정하는 방법, 빛을 산란시키는 입자들의 Brown 거동을 관찰하여 입자의 크기를 측정 방법 등 광학적 성질을 통해 입자의 크기를 측정하고 있다.

[0003] 그러나 이와 같이 빛을 이용하여 입자의 크기를 측정하는 측정장치는 다음과 같은 문제점이 있다.

[0004] 빛을 이용하는 측정장치는 시료의 농도가 너무 높으면 빛의 투과가 불가능하기 때문에, 빛 투과가 가능한 정도

까지 시료의 농도를 희석하거나 필터링해야 한다.

[0005] 구체적으로 시료의 농도가 1% 이상인 경우 시료의 직접 측정이 불가능하게 되기 때문에, 빛의 투과가 가능한 정도까지 시료의 농도를 희석하거나 필터링 진행과 같은 전처리 과정이 필요한 문제점이 있다.

[0006] 또한, 빛을 이용하는 측정장치는 1 ml 이상의 부피를 가지는 용매가 필요한 문제점이 있으며, 빛을 이용하는 측정장치는 입자형상, 크기에 따른 calibration 결과를 미리 알고 있어야 해석 가능함에 따라 미지의 물질을 측정하는 것이 불가능한 문제점이 있다.

[0007] 이와 함께, 빛을 이용하는 측정장치는 흡광, 형광 물질의 입자 크기를 측정하는 것이 불가능한 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 더욱 상세하게는 교류 전류에 의해 가열되는 히터부를 통해 열전도율을 측정하고, 이를 통해 입자의 크기를 측정할 수 있는 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치는, 용매로 채워지는 용매부; 상기 용매부 하부에 구비되며, 전류에 의해 가열되면서 온도 변화에 따른 열전도율을 측정할 수 있는 히터부; 상기 히터부에서 발생한 온도 변화에 따른 열전도율 데이터를 수신하는 제어부;를 포함하며, 상기 용매부에는 크기를 측정하기 위한 입자가 배치되며, 상기 제어부는 상기 열전도율 데이터를 통해 입자의 크기를 측정하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0010] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치의 상기 히터부는, 교류 전류를 통해 가열될 수 있다.

[0011] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치의 상기 제어부는, 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부에서 측정된 열전도율을 비교하여 상기 용매에 대한 상기 입자의 농도를 측정할 수 있다.

[0012] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치의 상기 제어부는, 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부에서 측정된 열전도율을 비교하여 시간에 따라 상기 히터부의 주변에 형성되는 입자층의 두께를 측정하고, 상기 제어부는, 시간에 따른 상기 입자층의 두께를 통해 상기 입자의 하강 속도를 측정하며, 상기 입자의 하강 속도를 통해 입자의 크기를 측정할 수 있다.

[0013] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치의 상기 히터부는 직사각형 형상으로 이루어지며, 상기 히터부의 폭은 1 μ m 에서 100 μ m 사이 범위이고, 상기 히터부의 길이는 100 μ m에서 100mm 사이 범위일 수 있다.

[0014] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치의 상기 용매부는, 상기 용매가 채워지는 공간의 측면에 구비되는 지지부와, 상기 지지부 상부에 덮히면서 상기 용매의 증발을 방지할 수 있는 커버부를 포함할 수 있다.

[0015] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법은, 용매로 채워지는 용매부; 상기 용매부 하부에 구비되며, 전류에 의해 가열되면서 온도 변화에 따른 열전도율을 측정할 수 있는 히터부; 상기 히터부에서 발생한 온도 변화에 따른 열전도율 데이터를 수신하는 제어부;를 포함하고, 상기 용매부에는 크기를 측정하기 위한 입자가 배치되는 침전식 입자 크기 측정장치를 통해, 입자의 크기를 측정하는 입자 크기 측정방법으로, 상기 히터부에 전류를 가하여 상기 히터부를 가열하는 가열 단계; 상기 히터부를 통해 시간에 따른 열전도율을 측정하는 열전도율 측정 단계; 상기 열전도율 측정 단계에서 측정된 시간에 따른 열전도율 데이터를 통해 상기 제어부로 입자의 크기를 측정하는 입자 크기 측정 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0016] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법의 상기 히터부는, 교류 전류를 통해 가열될 수 있다.

[0017] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법의 상기 입자 크기 측정 단계는, 상기 제어부를 통해 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부에서 측정된 열전도율을 비교하여 상기 용매에 대한 상기 입자의 농도를 측정할 수 있다.

[0018] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법의 상기 입자 크기 측정 단계는, 상기 제어부를 통해 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부에서 측정된 열전도율을 비교하여 시간에 따라 상기 히터부의 주변에 형성되는 입자층의 두께를 측정하고, 시간에 따른 상기 입자층의 두께를 통해 상기 입자층의 하강 속도를 측정하며, 상기 입자층의 하강 속도를 통해 입자의 크기를 측정할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명은 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법에 관한 것으로, 교류 전류에 의해 가열되는 히터부를 통해 열전도율을 측정하여, 이를 통해 입자의 크기를 측정할 수 장점이 있다.

[0020] 또한, 본 발명은 시료의 농도가 높거나 시료가 불투명해도 입자의 크기를 측정할 수 있는 장점이 있으며, 시료를 희석해야 하거나 필터링 하는 등의 전처리 과정이 필요하지 않은 장점이 있다.

[0021] 이와 함께, 본 발명은 입자의 광학적인 성질과 무관하게 입자의 크기를 측정 가능함에 따라 불투명, 흡광, 형광 물질의 입자 크기를 측정할 수 있는 장점이 있으며, 넓은 입자 분포를 가지는 입자의 크기를 한 번에 측정 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따라 지지부와 커버부가 구비된 용매부를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따라 입자가 침전되면서 히터부 주변에서 입자층이 형성되는 것을 나타내는 도면이다.

도 4는 입자의 침전 속도에 관한 식(Stokes의 법칙)을 나타내는 것이다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법의 순서도이다.

도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 히터부에서 시간에 따른 열전도율을 측정한 실험값과 이론값을 비교한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 명세서는 본 발명의 권리범위를 명확히 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 실시할 수 있도록, 본 발명의 원리를 설명하고, 실시 예들을 개시한다. 개시된 실시 예들은 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0024] 본 발명의 다양한 실시 예에서 사용될 수 있는 "포함한다" 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 발명(disclosure)된 해당 기능, 동작 또는 구성요소 등의 존재를 가리키며, 추가적인 하나 이상의 기능, 동작 또는 구성요소 등을 제한하지 않는다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0025] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어", "결합되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결 또는 결합되어 있을 수도 있지만, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 새로운 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 결합되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 새로운 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있어야 할 것이다.

[0026] 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로

만 사용된다.

- [0027] 본 발명은 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법에 관한 것으로, 교류 전류에 의해 가열되는 히터부를 통해 열전도율을 측정하고, 이를 통해 입자의 크기를 측정할 수 있는 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법에 관한 것이다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하기로 한다.
- [0028] 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치는, 용매부(110), 히터부(120), 제어부(140)를 포함한다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치는 상기 히터부(120)를 통해 열전도율을 측정하는 방법으로 입자의 농도 및 입자 크기를 측정하는 것이다.
- [0029] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 용매부(110)는 용매(10)로 채워지는 것일 수 있다. 상기 용매부(110)에는 1에서 100 μL 사이 범위(한 방울)의 용매(10)가 채워질 수 있으며, 상기 용매부(110)는 기저층(111), 지지부(112), 커버부(113)를 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 기저층(111)(substate)은 상기 용매부(110)의 바닥면이 되는 것이며, 상기 기저층(111)에 용매(10)가 떨어질 수 있다. 상기 지지부(112)는 상기 용매(10)가 채워지는 공간의 측면에 구비되는 것으로, 상기 지지부(112)를 통해 용매를 가둘 수 있게 된다. 상기 지지부(112)는 다양한 재질로 이루어질 수 있으며, PDMS 재질로 이루어질 수 있다.
- [0031] 상기 커버부(113)는 상기 지지부(112) 상부에 덮히면서 상기 용매(10)의 증발을 방지할 수 있는 것이다. 상기 커버부(113)는 상기 용매부(110)에서 열려있는 공간을 덮을 수 있는 것으로, 상기 커버부(113)는 글라스 커버(glass cover)로 이루어질 수 있다.
- [0032] 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 히터부(120)는 상기 용매부(110) 하부에 구비되는 것으로, 전류에 의해 가열되면서 온도 변화에 따른 열전도율을 측정할 수 있는 것이다. 상기 히터부(120)는 상기 용매부(110)의 바닥면인 상기 기저층(111)에 배치될 수 있는 것으로, 상기 히터부(120)는 전류에 의해 가열될 수 있다.
- [0033] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 히터부(120)는 교류 전류를 통해 가열되면서 주변의 온도 변화에 따른 열전도율을 측정할 수 있는 것이다. 교류 전류를 통해 상기 히터부(120)를 가열하면, 상기 히터부(120) 주변에 배치되어 있는 샘플의 열전도율에 의해 상기 히터부(120)의 온도 변화가 진폭을 가지는 파형을 형성하게 된다.
- [0034] 구체적으로, 교류 전류를 통해 상기 히터부(120)를 가열하면, 주변에 배치되어 있는 샘플의 열전도율에 의해 상기 히터부(120)에서 측정되는 온도 변화의 진폭이 결정될 수 있다.
- [0035] 가령, 상기 히터부(120) 주변에 배치되는 샘플의 열전도율이 크면, 상기 히터부(120)에서 발생한 열이 외부로 잘 확산됨에 따라 상기 히터부(120)의 온도 변화가 작아지면서 온도 변화의 진폭이 작아지게 된다.
- [0036] 반대로, 상기 히터부(120) 주변에 배치되는 샘플의 열전도율이 작으면, 상기 히터부(120)에서 발생한 열이 외부로 잘 확산되지 않음에 따라 상기 히터부(120)의 온도 변화가 커지면서 온도 변화의 진폭이 커지게 된다.
- [0037] 여기서, 상기 히터부(120)가 온도 변화에 따른 열전도율을 측정할 수 있다는 것은, 상기 히터부(120)의 온도 변화의 진폭을 측정하여 열전도율을 측정하는 것일 수 있다.
- [0038] 상기 히터부(120)는 미세 히터(micro heater)일 수 있으며, 상기 히터부(120)가 측정할 수 있는 열전도율의 측정 범위는 TPD(thermal penetration depth)(121)일 수 있다.
- [0039] 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 히터부(120)는 주변부의 열전도율을 측정할 수 있는 것으로, 상기 히터부(120)가 열전도율을 측정할 수 있는 주변 영역이 상기 TPD(thermal penetration depth)(121)로 지정될 수 있다. 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 TPD(121)의 범위는 주파수를 통해 변경될 수 있다.
- [0040] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 히터부(120)는 직사각형 형상으로 이루어질 수 있으며, 상기 히터부(120)의 폭은 1 μm 에서 100 μm 사이 범위이고, 상기 히터부(120)의 길이는 100 μm 에서 100mm 사이 범위일 수 있다. 다만, 상기 히터부(120)의 형상 및 크기는 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 히터부(120)의 크기는 측정 가능한 용매의 크기에 따라 결정될 수 있다.
- [0041] 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치의 상기 용매부(110)에는 크기를 측정하기 위한 입자(20)가 배치될 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 크기를 측정하기 위한 입자(20)와 용매(10)가 잘 혼합된 상태로 상기 용매부(110)에 배치될 수 있다. 가령, 초음파를 이용하여 입자(20)와 용매(10)를 분산처리 한

이후, 입자(20)가 포함된 용매(10)를 상기 용매부(110)에 배치할 수 있다.

- [0042] 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치는 입자 유입부(130)를 포함할 수도 있다. 상기 입자 유입부(130)는 상기 용매부(110)에 입자(20)를 투입할 수 있는 것으로, 상기 입자 유입부(130)를 통해 크기를 측정하기 위한 입자(20)를 상기 용매부(110)에 유입시킬 수 있다.
- [0043] 즉, 입자(20)와 용매(10)가 서로 분리된 상태에서 상기 용매부(110)에 용매(10)와 입자(20)가 주입될 수도 있고, 입자(20)와 용매(10)가 잘 혼합된 상태인 혼합액이 상기 용매부(110)에 배치될 수도 있다.
- [0044] 상기 제어부(140)는 상기 히터부(120)에서 측정된 상기 열전도율 데이터를 통해 입자(20)의 크기를 측정할 수 있는 것이다.
- [0045] 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치는 상기 용매부(110)의 바닥면에 상기 히터부(120)를 구비하여, 상기 히터부(120)를 통해 열전도율 변화를 측정하여 입자 침전에 따른 농도 및 입자 크기를 측정할 수 있는 것이다. 이하에서는, 상기 히터부(120)의 열전도율 변화를 통해 상기 제어부(140)로 입자의 농도 및 입자 크기를 측정하는 방법을 상세하게 설명하기로 한다.
- [0046] 도 3을 참조하면, 상기 제어부(140)는 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부(120)에서 측정된 열전도율을 비교하여 시간에 따라 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께를 측정할 수 있게 된다.
- [0047] 구체적으로, 입자의 크기가 일정하고, 입자층(21)이 선형적으로 증가한다고 가정하면, 시간에 따른 입자층(21)의 두께 변화를 통해 입자(20)가 하강하는(침전하는) 속도를 도출할 수 있게 된다.
- [0048] 여기서, 상기 입자의 크기는 상기 히터부(120) 폭의 1/5 보다 작은 것이 바람직하다. 가령, 상기 히터부(120)의 폭이 10 μm 인 경우, 상기 입자의 크기는 2 μm 보다 작아야만, 침전에 의한 상기 입자층(21)의 두께가 상기 TPD(121) 주변에서 균일하게 될 수 있다.
- [0049] 상기 입자의 크기가 상기 히터부(120)의 폭 대비 상대적으로 크면(상기 입자의 크기가 상기 히터부(120) 폭의 1/5보다 크면), 침전된 입자층(21)의 두께가 히터 주변에서 편차가 크게 날 수 있으며, 이에 측정이 어려울 수 있게 된다. 따라서 상기 입자의 크기는 상기 히터부(120) 폭의 1/5 보다 작은 것이 바람직하다.
- [0050] 도 4를 참조하면, 용매(10)에서 입자(20)가 하강하는(침전하는) 속도는 Stokes의 법칙을 통해 도출될 수 있으며, 용매(10)에서 입자(20)가 하강하는(침전하는) 속도는 중력 가속도, 입자의 밀도, 용매의 밀도, 입자의 직경, 용매의 점성을 통해 구해질 수 있다.
- [0051] 여기서, 중력 가속도, 입자의 밀도, 용매의 밀도, 용매의 점성은 이미 도출된 값이기 때문에, 용매(10)에서 입자(20)가 하강하는(침전하는) 속도만 알게 되면 입자(20)의 크기를 측정할 수 있게 된다.
- [0052] 상술한 바와 같이 시간에 따른 입자층(21)의 두께 변화를 통해 입자(20)가 하강하는(침전하는) 속도를 도출할 수 있기 때문에, 상기 히터부(120)를 통해 시간에 따른 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께를 측정하면 입자(20)의 크기를 측정할 수 있게 된다.
- [0053] 여기서, 상기 제어부(140)는 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부(120)에서 측정된 열전도율을 비교하여 시간에 따른 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께를 측정할 수 있다.
- [0054] 구체적으로, 도 3을 참조하면, 시간에 따라 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께가 변하기 때문에, 상기 히터부(120)에서 측정되는 열전도율은 시간에 따라 변화될 수 있다.
- [0055] 한편, 용매의 열전도율과 입자의 열전도율을 미리 알고 있기 때문에, 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과 시간에 따른 상기 히터부(120)에서 측정되는 열전도율의 변화를 비교하면, 시간에 따른 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께(부피, 농도)를 알 수 있게 된다.
- [0056] 조금 더 구체적으로, 상기 히터부(120)의 상기 TPD(121) 내에서 용매(10)에 대한 입자(20)의 부피비(농도비)가 변경되면, 그에 따라 상기 TPD(121) 내의 열전도율이 변화된다.
- [0057] 상기 TPD(121)의 내의 열전도율은 상기 히터부(120)를 통해 측정될 수 있다. 여기서, 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율은 미리 알고 있는 값이기 때문에, 상기 TPD(121)의 내의 시간에 따른 열전도율을 도출하면, 시간에 따라 상기 TPD(121) 내에서 용매(10)에 대한 입자(20)의 부피비(두께비, 농도비)가 변경되는 값을 알 수 있게 된다.

- [0058] 따라서 상기 제어부(140)를 통해 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부(120)에서 측정된 열전도율을 비교하여 시간에 따른 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께 변화를 측정할 수 있게 되고, 시간에 따른 상기 입자층(21)의 두께 변화를 측정하면 상기 입자(20)의 하강 속도를 측정할 수 있게 되며, 상기 입자(20)의 하강 속도를 통해 상기 입자(20)의 크기를 측정할 수 있게 된다.
- [0059] 상기 입자(20)의 크기를 측정하는 일련의 과정은 상기 제어부(140)를 통해 이루어질 수 있으며, 상기 제어부(140)는 상기 히터부(120)에서 열전도율을 데이터를 수신받아 상술한 과정을 통해 입자(20)의 크기를 측정할 수 있게 된다.
- [0060] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 제어부(140)는 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부(120)에서 측정된 열전도율을 비교하여 상기 용매(10)에 대한 상기 입자(20)의 농도를 측정할 수도 있다.
- [0061] 상술한 것과 같이, 상기 TPD(121)의 내의 열전도율은 상기 히터부(120)를 통해 측정될 수 있다. 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율은 미리 알고 있는 값이기 때문에, 상기 TPD(121)의 내의 시간에 따른 열전도율을 도출하면, 시간에 따라 상기 TPD(121) 내에서 용매(10)에 대한 입자(20)의 부피비가 변경되는 값을 알 수 있게 된다.
- [0062] 여기서, 용매(10)에 대한 입자(20)의 부피비는 용매(10)에 대한 입자(20)의 농도비(Vol %)와 동일한 것일 수 있기 때문에, 상술한 과정을 통해 상기 제어부(140)로 용매(10)에 대한 입자(20)의 농도를 측정할 수 있게 된다.
- [0063] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법은 가열 단계(S110), 열전도율 측정 단계(S130), 입자 크기 측정 단계(S140)를 포함한다.
- [0064] 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법에서 사용되는 침전식 입자 크기 측정장치는 상술한 것과 동일하므로, 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0065] 상기 가열 단계(S110)는 상기 히터부(120)에 전류를 가하여 상기 히터부(120)를 가열하는 단계이며, 상기 히터부(120)는 교류 전류를 통해 가열 될 수 있다.
- [0066] 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치를 이용한 입자 크기 측정방법은 용매부 배치 단계(S120)를 더 포함할 수 있다. 상술한 바와 같이 입자(20)와 용매(10)가 서로 분리된 상태에서 상기 용매부(110)에 용매(10)와 입자(20)가 주입될 수도 있고, 입자(20)와 용매(10)가 잘 혼합된 상태인 혼합액이 상기 용매부(110)에 배치될 수도 있다.
- [0067] 상기 용매부 배치 단계(S120)는 상기 용매부(110)에 용매(10)와 입자(20)를 주입하거나, 입자(20)와 용매(10)가 잘 혼합된 상태인 혼합액을 상기 용매부(110)에 배치하는 단계이다.
- [0068] 상기 가열 단계(S120)와 상기 용매부 배치 단계(S120)는 순차적으로 진행될 수 있으나, 필요에 따라서는 선, 후 관계가 바뀔 수 있다.
- [0069] 상기 열전도율 측정 단계(S130)는 상기 히터부(120)를 통해 시간에 따른 열전도율을 측정하는 단계이다. 상기 열전도율 측정 단계(S130)에서는 상기 히터부(120)를 통해 상기 히터부(120) 주변의 상기 TPD(121) 내에서 열전도율을 측정하게 된다.
- [0070] 상기 입자 크기 측정 단계(S140)는 상기 열전도율 측정 단계에서 측정된 시간에 따른 열전도율 데이터를 통해 상기 제어부(140)로 입자의 크기를 측정하는 단계이다.
- [0071] 구체적으로, 상기 입자 크기 측정 단계(S140)에서는 상기 제어부(140)를 통해 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부(120)에서 측정된 열전도율을 비교하여 시간에 따른 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께변화를 측정할 수 있게 된다.
- [0072] 구체적으로, 입자의 크기가 일정하고, 입자층(21)이 선형적으로 증가한다고 가정하면, 시간에 따른 입자층(21)의 두께 변화는 입자(20)가 하강하는(침전하는) 속도와 동일할 수 있다.
- [0073] 도 4를 참조하면, 용매(10)에서 입자(20)가 하강하는(침전하는) 속도는 Stokes의 법칙을 통해 도출될 수 있으며, 용매(10)에서 입자(20)가 하강하는(침전하는) 속도는 중력 가속도, 입자의 밀도, 용매의 밀도, 입자의 직경, 용매의 점성을 통해 구해질 수 있다.
- [0074] 여기서, 중력 가속도, 입자의 밀도, 용매의 밀도, 용매의 점성은 이미 도출된 값이기 때문에, 용매(10)에서 입자(20)가 하강하는(침전하는) 속도만 알게 되면 입자(20)의 크기를 측정할 수 있게 된다.

- [0075] 상술한 바와 같이 시간에 따른 입자층(21)의 두께 변화는 입자(20)가 하강하는(침전하는) 속도와 동일하기 때문에, 상기 히터부(120)를 통해 시간에 따른 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께 변화를 측정하면 입자(20)의 크기를 측정할 수 있게 된다.
- [0076] 상기 입자 크기 측정 단계(S140)에서는 상기 제어부(140)로 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부(120)에서 측정된 열전도율을 비교하여 시간에 따라 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께 변화를 측정할 수 있다.
- [0077] 구체적으로, 도 3을 참조하면, 시간에 따라 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께가 변하기 때문에, 상기 히터부(120)에서 측정되는 열전도율은 시간에 따라 변화될 수 있다.
- [0078] 한편, 용매의 열전도율과 입자의 열전도율을 미리 알고 있기 때문에, 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과 시간에 따라 상기 히터부(120)에서 측정되는 열전도율의 변화를 비교하면, 시간에 따라 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께(부피, 농도)를 알 수 있게 된다.
- [0079] 조금 더 구체적으로, 상기 히터부(120)의 상기 TPD(121) 내에서 용매(10)에 대한 입자(20)의 부피비(농도비)가 변경되면, 그에 따라 상기 TPD(121) 내의 열전도율이 변화된다.
- [0080] 상기 TPD(121)의 내의 열전도율은 상기 히터부(120)를 통해 측정될 수 있다. 여기서, 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율은 미리 알고 있는 값이기 때문에, 상기 TPD(121)의 내의 시간에 따른 열전도율을 도출하면, 시간에 따라 상기 TPD(121) 내에서 용매(10)에 대한 입자(20)의 부피비(두께비, 농도비)가 변경되는 값을 알 수 있게 된다.
- [0081] 따라서 상기 입자 크기 측정 단계(S140)에서는 상기 제어부(140)를 통해 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부(120)에서 측정된 열전도율을 비교하여 시간에 따른 상기 히터부(120)의 주변에 형성되는 입자층(21)의 두께 변화를 측정할 수 있게 되고, 시간에 따른 상기 입자층(21)의 두께 변화를 측정하면 상기 입자(20)의 하강 속도를 측정할 수 있게 되며, 상기 입자(20)의 하강 속도를 통해 상기 입자(20)의 크기를 측정할 수 있게 된다.
- [0082] 상기 입자(20)의 크기를 측정하는 일련의 과정은 상기 제어부(140)를 통해 이루어질 수 있으며, 상기 제어부(140)는 상기 히터부(120)에서 열전도율을 데이터를 수신받아 상술한 과정을 통해 입자(20)의 크기를 측정할 수 있게 된다.
- [0083] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 입자 크기 측정 단계(S140)는 상기 제어부(140)를 통해 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율과, 상기 히터부(120)에서 측정된 열전도율을 비교하여 상기 용매(10)에 대한 상기 입자(20)의 농도를 측정할 수도 있다.
- [0084] 상술한 것과 같이, 상기 TPD(121)의 내의 열전도율은 상기 히터부(120)를 통해 측정될 수 있으며, 용매의 열전도율 및 입자의 열전도율은 미리 알고 있는 값이기 때문에, 상기 TPD(121)의 내의 시간에 따른 열전도율을 도출하면, 시간에 따라 상기 TPD(121) 내에서 용매(10)에 대한 입자(20)의 부피비가 변경되는 값을 알 수 있게 된다.
- [0085] 여기서, 용매(10)에 대한 입자(20)의 부피비는 용매(10)에 대한 입자(20)의 농도비(Vol %)와 동일한 것일 수 있기 때문에, 상술한 과정을 통해 상기 입자 크기 측정 단계(S140)에서는 상기 제어부(140)로 용매(10)에 대한 입자(20)의 농도를 측정할 수 있게 된다.
- [0086] 본 발명의 실시 예에 따른 상기 입자(20)는 glass, silicon oxide, cobalt oxide, copper oxide, titanium oxide, barium titanite, indium tin oxide, silver, iron, tantalum, tungsten oxide, gold, aluminum, indium oxide, aluminum oxide, molybdenum disulfide, carbon, nickel oxide, graphite, bismuth oxide, cerium oxide, stainless steel, magnesium oxide, diamond, chromium, bismuth, Polystyrene 중 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 입자(20)는 다양한 물질일 수 있다.
- [0087] 본 발명의 실시 예에 따른 상기 용매(10)는 water, acetone, alcohol, ethylene glycol, glycerin, benzene, propylene glycol, 엔진오일 중 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 용매(10)는 다양한 물질일 수 있다.
- [0088] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법에 따라 상기 히터부(120)를 통해 시간에 따른 열전도율을 측정한 것을 나타내는 것이다. 도 6에서 용매(10)는 에틸렌 글리콜

일 수 있으며, 입자(20)는 Al_2O_3 (200nm의 크기)일 수 있다. 이때, 상기 입자(20)가 분산되는 시간은 20분으로 하였다.

- [0089] 도 6에서 이론값이라 함은, 입자(20)의 크기가 일정하고, 입자층(21)이 선형적으로 증가한다고 가정하였을 때, 상기 히터부(120)를 통해 시간에 따른 열전도율을 측정한 값일 수 있다. (도 6에서는 측정하고자 하는 입자(20)의 크기(Al_2O_3 - 200nm 크기, Al_2O_3 부피비 - 0.1%)를 미리 알고 있기 때문에, 입자(20)의 크기에 따른 이론값을 미리 구할 수 있다.)
- [0090] 도 6을 참조하면, 2000초 이후에는 실험값과 이론값이 서로 동일하지만, 2000초 이전에는 실험값과 이론값이 서로 다른 것을 알 수 있다. 이는 입자(20)가 분산하는 초기에, 분산성이 좋지 않은 큰 입자들이 먼저 침전함에 따라 실험값과 이론값에 차이가 발생하기 때문이다.
- [0091] 도 6을 참조하면, 2000초 이후에는 실험값과 이론값이 서로 일치함을 확인할 수 있다. 즉, 도 6을 참조하면, 일정한 시간이 지난 후에는 상기 히터부(120)에서 시간에 따른 열전도율 변화를 측정함에 따라 입자의 크기를 정확하게 측정할 수 있는 것을 알 수 있다.
- [0092] 다만, 입자(20)의 크기를 정확하게 측정하기 위해서 상기 제어부(140)는 지정된 시간 이후 상기 열전도율 데이터를 통해 입자(20)의 크기를 측정하는 것이 바람직하다.
- [0093] 지정된 시간 이전에는 입자(20)의 분산성을 벗어나는 입자들에 의해 분산성이 좋지 않을 수 있기 때문에, 상기 제어부(140)는 지정된 시간 이후 상기 열전도율 데이터를 통해 입자(20)의 크기를 측정하는 것이 바람직하다. 본 발명의 실시 예에 따르면, 지정된 시간은 용매(10), 입자(20)의 특성에 따라 변경될 수 있다.
- [0094] 상술한 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법은 다음과 같은 효과가 있다.
- [0095] 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법은 교류 전류에 의해 가열되는 히터부를 통해 열전도율을 측정하여, 이를 통해 입자의 크기를 측정할 수 장점이 있다.
- [0096] 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법은 시료의 농도가 높거나 시료가 불투명해도 입자의 크기를 측정할 수 있는 장점이 있으며, 시료를 희석해야 하거나 필터링 하는 등의 전처리 과정이 필요하지 않은 장점이 있다.
- [0097] 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법은 용매에 대한 입자의 농도가 10%(Vol%) 까지 측정이 가능하며, 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법은 입자의 크기가 20 nm에서 $5\mu m$ 사이 범위까지 측정이 가능함에 따라 넓은 입자 분포를 가지는 경우에도 측정이 가능한 장점이 있다.
- [0098] 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법은 입자의 광학적인 성질과 무관하게 입자의 크기를 측정 가능함에 따라 불투명, 흡광, 형광 물질의 입자 크기를 측정할 수 있는 장점이 있다.
- [0099] 본 발명의 실시 예에 따른 침전식 입자 크기 측정장치 및 이를 이용한 입자 크기 측정방법은 광학적 방법이 아닌 열물성 측정 방법을 사용함에 따라 넓은 입자 분포를 가지는 입자의 크기를 한 번에 측정 가능한 장점이 있다. 구체적으로, 넓은 입자 분석 범위로 분산 안정성, 평균 입자크기, 입도 크기분포도 등을 측정 가능한 장점이 있다.
- [0100] 이와 같이 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 하여 설명하였으나, 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

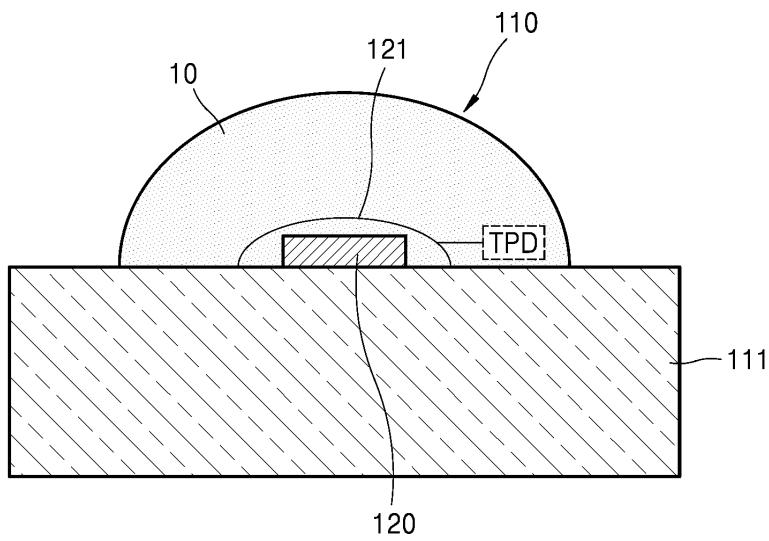
부호의 설명

- [0101]
- | | |
|-----------|-----------|
| 10...용매 | 20...입자 |
| 21...입자층 | 110...용매부 |
| 111...기저층 | 112...지지부 |

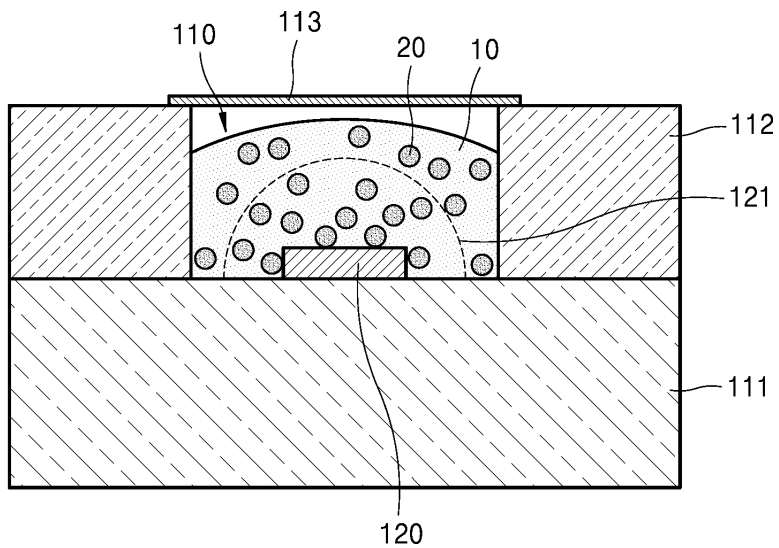
- 113...커버부
- 120...히터부
- 121...TDP
- 130...입자 유입부
- 140...제어부
- S110...가열 단계
- S120...용매부 배치 단계
- S130...열전도를 측정 단계
- S140...입자 크기 측정 단계

도면

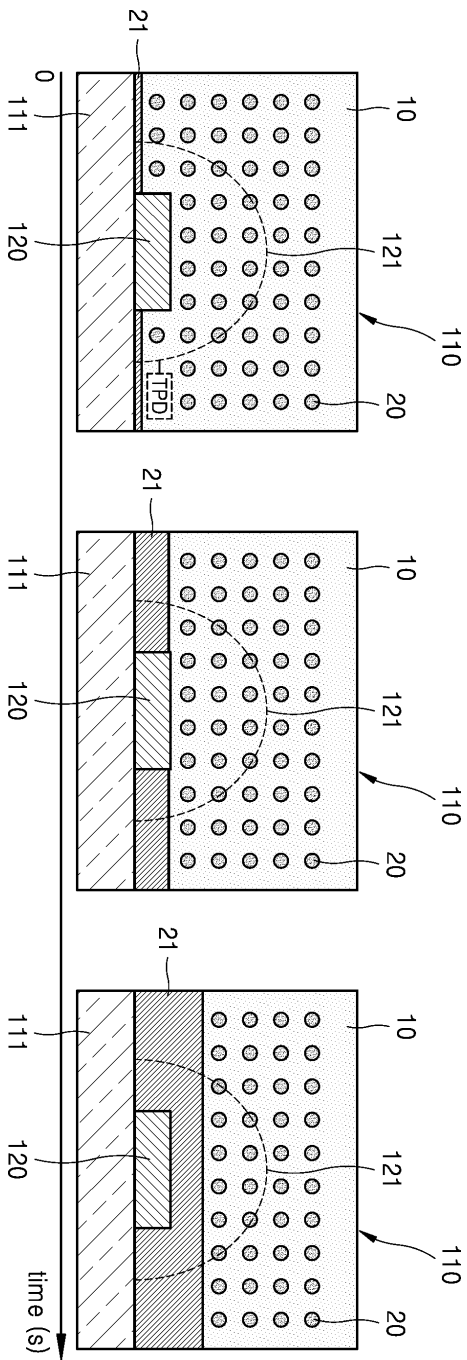
도면1



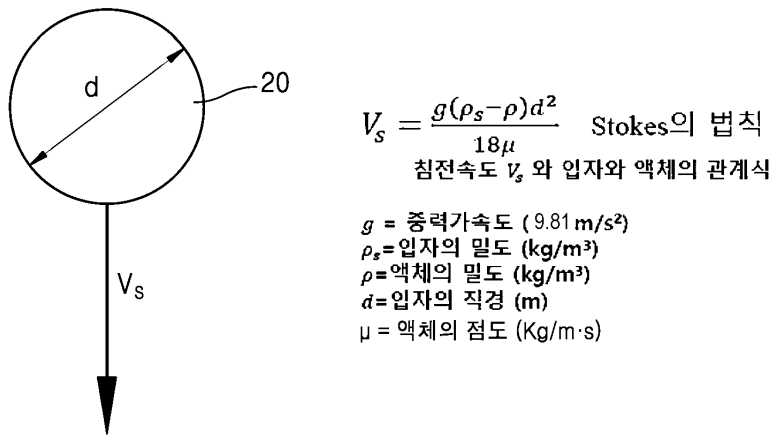
도면2



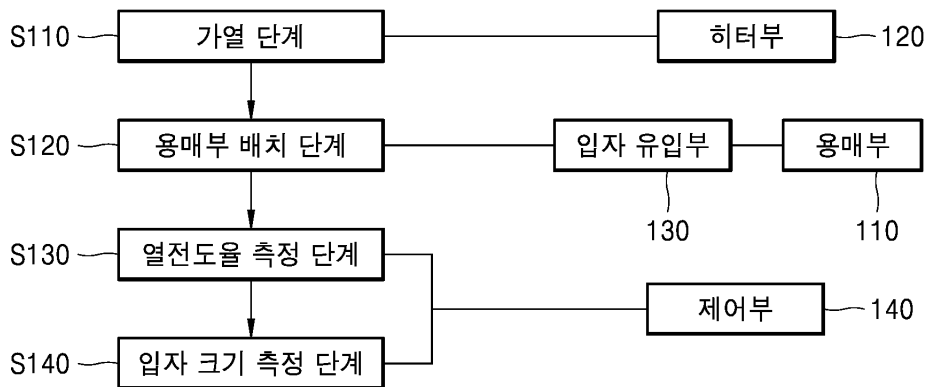
도면3



도면4



도면5



도면6

