



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0067983
(43) 공개일자 2022년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/88 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/8851 (2013.01)
G06T 7/0002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0154831
(22) 출원일자 2020년11월18일
심사청구일자 2020년11월18일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
정현욱
서울특별시 서대문구 수색로 100, 303동 702호(북가좌동, DMC래미안e편한세상)
전병진
서울특별시 강서구 공항대로 382, 203동 601호(화곡동, 우장산롯데캐슬아파트)
(74) 대리인
송인호, 윤형근, 최관락

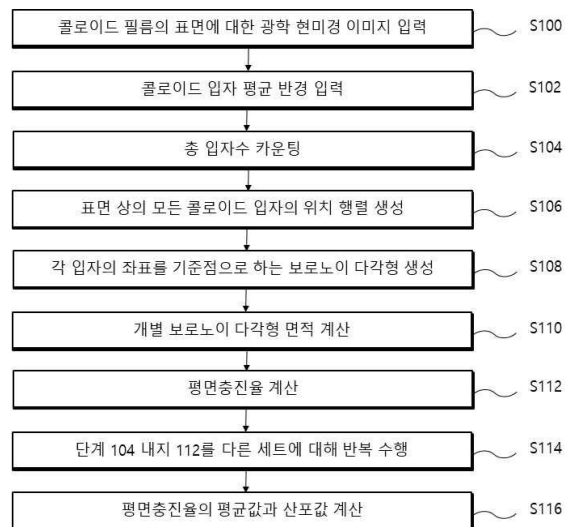
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 콜로이드 필름 표면의 평가 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 콜로이드 필름 표면의 평가 방법 및 장치를 개시한다. 본 발명에 따르면, 프로세서 및 상기 프로세서에 연결되는 메모리를 포함하되, 상기 메모리는, 콜로이드 입자가 기재 상에 코팅된 콜로이드 필름 표면에 대한 광학 현미경 이미지를 입력받고, 상기 광학 현미경 이미지로부터 상기 콜로이드 입자의 총 입자수 N개를 카운팅하고, 상기 카운팅된 N개의 콜로이드 입자들의 평면 좌표에 대한 위치 행렬을 생성하고, 상기 위치 행렬을 이용하여 상기 N개의 콜로이드 입자에 대해 각 입자의 평면 좌표를 기준으로 하는 N개의 보로노이 다각형을 생성하고, 상기 N개의 보로노이 다각형 각각의 면적 및 상기 콜로이드 입자의 단면적을 이용하여 평면충진율을 계산하고, 상기 계산된 평면충진율을 이용하여 상기 콜로이드 필름 표면의 결함 수준을 정량화하도록, 상기 프로세서에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들을 저장하는 콜로이드 필름 표면의 평가 장치가 제공된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 2021/8854 (2013.01)
G01N 2021/8887 (2013.01)
G01N 2201/126 (2013.01)
G06T 2207/10061 (2013.01)

(72) 발명자

이관영

서울특별시 동작구 상도로 346-2, 206동 601호(상도동, 힐스테이트 상도 프레스티지)

이기욱

경기도 오산시 대원로 70, 501동 804호(원동, 오산운암5단지 주공아파트)

박진석

서울특별시 관악구 보라매로 62, 103동 1407호(봉천동, 보라매삼성아파트)

윤진성

경기도 의정부시 신촌로39번길 43(가능동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711113180
과제번호	2017R1E1A1A01075107
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	코팅-건조 공정에서의 고농도 현탁액 내 입자 유동 분석
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2020.03.01 ~ 2020.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711105487
과제번호	2016R1A5A1009592
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	초저에너지 자동차 초저배출 사업단
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

콜로이드 필름 표면의 평가 장치로서,
프로세서; 및
상기 프로세서에 연결되는 메모리를 포함하되,
상기 메모리는,
콜로이드 입자가 기재 상에 코팅된 콜로이드 필름 표면에 대한 광학 현미경 이미지를 입력받고,
상기 광학 현미경 이미지로부터 상기 콜로이드 입자의 총 입자수 N 개를 카운팅하고,
상기 카운팅된 N 개의 콜로이드 입자들의 평면 좌표에 대한 위치 행렬을 생성하고,
상기 위치 행렬을 이용하여 상기 N 개의 콜로이드 입자에 대해 각 입자의 평면 좌표를 기준으로 하는 N 개의 보로노이 다각형을 생성하고,
상기 N 개의 보로노이 다각형 각각의 면적 및 상기 콜로이드 입자의 단면적을 이용하여 평면충진율을 계산하고,
상기 계산된 평면충진율을 이용하여 상기 콜로이드 필름 표면의 결함 수준을 정량화하도록,
상기 프로세서에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들을 저장하는 콜로이드 필름 표면의 평가 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 광학 현미경 이미지는 상기 콜로이드 필름의 서로 다른 위치에서 복수개로 획득되고,
상기 프로그램 명령어들은,
복수의 광학 현미경 이미지에 대해 독립적으로 평면충진율을 계산하는 콜로이드 필름 표면의 평가 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 프로그램 명령어들은,
상기 복수의 광학 현미경 이미지 각각으로부터 얻어진 평면충진율의 평균값과 산포값을 계산하고,
상기 계산된 평균값과 산포값을 미리 저장된 레퍼런스 샘플과 비교하여 상기 콜로이드 필름 표면의 결함 수준을 평가하는 콜로이드 필름 표면의 평가 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 평균값은 상기 복수의 광학 현미경 이미지에 포함된 콜로이드 입자 각각의 평면충진율의 앙상블 평균인 콜로이드 필름 표면의 평가 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 산포값은 아래의 수학적식으로 결정되는 콜로이드 필름 표면의 평가 장치.

[수학식]

$$\frac{\langle S_f^2 \rangle - \langle S_f \rangle^2}{\langle S_f \rangle}$$

여기서, S_f 는 평면충진율이고, $\langle \rangle$ 는 앙상블 평균임

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 콜로이드 필름 표면의 결함 수준을 정량화는 상기 콜로이드 필름 표면에서 콜로이드 입장의 치밀도 및 균일성을 정량화하는 것으로 정의되는 콜로이드 필름 표면의 평가 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 콜로이드 입자의 단면적은 미리 입력된 콜로이드 입자의 평균 반경으로부터 계산되는 콜로이드 필름 표면의 평가 장치.

청구항 8

프로세서 및 메모리를 포함하는 장치에서 콜로이드 필름 표면을 평가하는 방법으로서,

콜로이드 입자가 기재 상에 코팅된 콜로이드 필름 표면에 대한 광학 현미경 이미지를 입력받는 단계;

상기 광학 현미경 이미지로부터 상기 콜로이드 입자의 총 입자수 N개를 카운팅하는 단계;

상기 카운팅된 N개의 콜로이드 입자들의 평면 좌표에 대한 위치 행렬을 생성하는 단계;

상기 위치 행렬을 이용하여 상기 N개의 콜로이드 입자에 대해 각 입자의 평면 좌표를 기준으로 하는 N개의 보로노이 다각형을 생성하는 단계;

상기 N개의 보로노이 다각형 각각의 면적 및 상기 콜로이드 입자의 단면적을 이용하여 평면충진율을 계산하는 단계; 및

상기 계산된 평면충진율을 이용하여 상기 콜로이드 필름 표면의 결함 수준을 정량화하는 단계를 포함하는 콜로이드 필름 표면의 평가 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 광학 현미경 이미지는 상기 콜로이드 필름의 서로 다른 위치에서 복수개로 획득되고,

상기 평면충진율 계산 단계는, 복수의 광학 현미경 이미지에 대해 독립적으로 평면충진율을 계산하며,

상기 평면충진율 계산 단계 이후,

상기 복수의 광학 현미경 이미지 각각으로부터 얻어진 평면충진율의 평균값과 산포값을 계산하는 단계; 및

상기 계산된 평균값과 산포값을 미리 저장된 레퍼런스 샘플과 비교하는 단계를 더 포함하는 콜로이드 필름 표면의 평가 방법.

청구항 10

제8항에 따른 방법을 수행하는 컴퓨터 판독 가능한 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 콜로이드 필름 표면의 평가 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 콜로이드 분산액을 기재 위에 도포하여 제조되는 콜로이드 필름의 표면 치밀도 및 균일성을 평가하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 소재 산업의 발전과 더불어 제품의 소형화 및 고도화의 움직임에 따라 소재에 요구되는 정밀도 및 특정 기능을 가지는 필름의 요구 수준이 크게 높아지고 있다.

[0003] 이에 따라, 특히 기능성 입자를 포함하는 대면적 코팅의 경우 표면에서 입자의 균일 코팅 특성에 대한 관리가 매우 중요하다.

[0004] 가령, 콜로이드 결정화를 이용하는 photonic crystal, 자동차용 촉매 필터, antireflection film의 경우, 필름 중간 중간에 존재하는 결함(defect)을 최대한 줄이는 것이 제품의 품질 및 생산성에 직결된다.

[0005] 이러한 결함을 관리하기 위해서는 결함 검출 및 통계학적 평균, 정량화된 데이터 누적을 통한 데이터베이스 구축이 필요하다.

[0006] 구형의 콜로이드 입자로 구성된 슬러리의 균일성 평가는 보통 슬러리 단계에서 점도측정기로부터 얻어지는 특정 전단속도에서 점도비를 확인하거나, 건조막을 만들어서 아르키메데스법을 이용한 건조막 밀도 측정을 하여 간접적으로 부피 공극율을 계산하는 방식으로 이루어진다.

[0007] 그러나, 종래의 방법들은 제품 상태로서의 콜로이드 필름에 대한 평가라기 보다, 원재료인 슬러리에 대한 재료적 특성만이 반영된 평가로서, 실제 필름이 형성되는 실제 도포 공정의 강한 흐름 속에서 발생하는 입자분포의 불균일이나 건조과정 중에 발생하는 불균일에 대한 정확한 정보를 제공해주지 못하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국특허등록공보 제10-2150209호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상기한 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명은 콜로이드 필름의 결함을 정량화할 수 있는 콜로이드 필름 표면의 평가 방법 및 장치를 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 콜로이드 필름 표면의 평가 장치로서, 프로세서; 및 상기 프로세서에 연결되는 메모리를 포함하되, 상기 메모리는, 콜로이드 입자가 기재 상에 코팅된 콜로이드 필름 표면에 대한 광학 현미경 이미지를 입력받고, 상기 광학 현미경 이미지로부터 상기 콜로이드 입자의 총 입자수 N 개를 카운팅하고, 상기 카운팅된 N 개의 콜로이드 입자들의 평면 좌표에 대한 위치 행렬을 생성하고, 상기 위치 행렬을 이용하여 상기 N 개의 콜로이드 입자에 대해 각 입자의 평면 좌표를 기준점으로 하는 N 개의 보로노이 다각형을 생성하고, 상기 N 개의 보로노이 다각형 각각의 면적 및 상기 콜로이드 입자의 단면적을 이용하여 평면충진율을 계산하고, 상기 계산된 평면충진율을 이용하여 상기 콜로이드 필름 표면의 결함 수준을 정량화하도록, 상기 프로세서에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들을 저장하는 콜로이드 필름 표면의 평가 장치가 제공된다.

[0011] 상기 광학 현미경 이미지는 상기 콜로이드 필름의 서로 다른 위치에서 복수개로 획득되고, 상기 프로그램 명령어들은, 복수의 광학 현미경 이미지에 대해 독립적으로 평면충진율을 계산할 수 있다.

[0012] 상기 프로그램 명령어들은, 상기 복수의 광학 현미경 이미지 각각으로부터 얻어진 평면충진율의 평균값과 산포값을 계산하고, 상기 계산된 평균값과 산포값을 미리 저장된 레퍼런스 샘플과 비교하여 상기 콜로이드 필름 표

면의 결함 수준을 평가할 수 있다.

[0013] 상기 평균값은 상기 복수의 광학 현미경 이미지에 포함된 콜로이드 입자 각각의 평면충진율의 앙상블 평균일 수 있다.

[0014] 상기 산포값은 아래의 수학적식으로 결정될 수 있다.

[0015] [수학식]

$$\frac{\langle S_f^2 \rangle - \langle S_f \rangle^2}{\langle S_f \rangle}$$

[0016]

[0017] 여기서, S_f 는 평면충진율이고, $\langle \rangle$ 는 앙상블 평균임

[0018] 상기 콜로이드 필름 표면의 결함 수준을 정량화하는 상기 콜로이드 필름 표면에서 콜로이드 입장의 치밀도 및 균일성을 정량화할 수 있다.

[0019] 상기 콜로이드 입자의 단면적은 미리 입력된 콜로이드 입자의 평균 반경으로부터 계산될 수 있다.

[0020] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 프로세서 및 메모리를 포함하는 장치에서 콜로이드 필름 표면을 평가하는 방법으로서, 콜로이드 입자가 기재 상에 코팅된 콜로이드 필름 표면에 대한 광학 현미경 이미지를 입력받는 단계; 상기 광학 현미경 이미지로부터 상기 콜로이드 입자의 총 입자수 N개를 카운팅하는 단계; 상기 카운팅된 N개의 콜로이드 입자들의 평면 좌표에 대한 위치 행렬을 생성하는 단계; 상기 위치 행렬을 이용하여 상기 N개의 콜로이드 입자에 대해 각 입자의 평면 좌표를 기준으로 하는 N개의 보로노이 다각형을 생성하는 단계; 상기 N개의 보로노이 다각형 각각의 면적 및 상기 콜로이드 입자의 단면적을 이용하여 평면충진율을 계산하는 단계; 및 상기 계산된 평면충진율을 이용하여 상기 콜로이드 필름 표면의 결함 수준을 정량화하는 단계를 포함하는 콜로이드 필름 표면의 평가 방법이 제공된다.

[0021] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기한 방법을 수행하는 컴퓨터 판독 가능한 프로그램이 제공된다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면, 광학 현미경을 이용하여 상대적으로 관찰하기 쉬운, 건조 후의 콜로이드 입자로 구성된 필름의 표면(최상층)에서의 입자 분포로부터 필름의 치밀도 및 균일성을 평가할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 광학 현미경 이미지를 이용하여 콜로이드 필름을 평가하는 과정을 도시한 도면이다.

도 2는 1 μm 직경의 구형의 폴리스티렌 입자의 건조 과정에서 얻은 광학 이미지를 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 3은 본 실시예에 따른 광학 현미경 이미지를 컴퓨터를 통해 가시화하여 얻어진 입자의 분포가 서로 다른 필름 표면을 나타낸 것이다.

도 4는 도 3의 콜로이드 입자 분포로부터 생성된 보로노이 다각형을 나타낸 것이다.

도 5는 각 조건에서의 (a) Sf의 평균값 (b) Sf의 산포값을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.

[0025] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0026] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0027] 본 발명은 광학 현미경을 이용하여 상대적으로 관찰하기 쉬운, 건조 후의 콜로이드 입자로 구성된 필름의 표면에서의 입자 분포로부터 콜로이드 필름의 치밀도 및 균일성을 평가할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

- [0028] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 광학 현미경 이미지를 이용하여 콜로이드 필름의 평가 과정을 도시한 도면이다.
- [0029] 도 1의 과정은 프로세서 및 메모리를 포함하는 콜로이드 필름 표면 평가 장치에서 수행된다.
- [0030] 여기서, 프로세서는 컴퓨터 프로그램을 실행할 수 있는 CPU(central processing unit)나 그밖에 가상 머신 등을 포함할 수 있다.
- [0031] 메모리는 고정식 하드 드라이브나 착탈식 저장 장치와 같은 불휘발성 저장 장치를 포함할 수 있다. 착탈식 저장 장치는 콤팩트 플래시 유닛, USB 메모리 스틱 등을 포함할 수 있다. 메모리는 각종 랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리도 포함할 수 있다.
- [0032] 이와 같은 메모리에는 프로세서에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들이 저장된다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 프로그램 명령어들은 도 1에 도시된 과정을 수행하여 건조된 이후의 콜로이드 필름의 표면을 평가한다.
- [0034] 이하에서는 본 실시예에 따른 콜로이드 필름 표면 평가 장치의 수행 과정을 상세하게 설명한다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 콜로이드 필름 표면 평가 장치는 콜로이드 필름의 표면에 대한 광학 현미경 이미지를 입력 받는다(단계 100).
- [0036] 단계 100의 콜로이드 필름은 콜로이드 분산액을 기재 상에 도포하여 건조까지 완료된 필름이다.
- [0037] 도 2는 1 μm 직경의 구형의 폴리스티렌 입자의 건조 과정에서 얻은 광학 이미지를 예시적으로 나타낸 도면이다. 여기에서 스케일바는 10 μm 이다.
- [0038] 또한 콜로이드 필름 표면 평가 장치에는 콜로이드 입자의 평균 반경이 미리 입력된다(단계 102).
- [0039] 일반적인 입도 측정장비를 이용하여 콜로이드 분산액에 포함된 입자의 평균 입경을 미리 얻을 수 있고, 평균 입径의 1/2을 평균 반경(a)으로 한다.
- [0040] 다음으로 단계 100에서 얻어진 광학 현미경 이미지로부터 콜로이드 입자의 총 입자수(N)를 카운팅하고(단계 104), 표면 상의 모든 콜로이드 입자의 평면 좌표(2차원 평면 위치 정보)에 대한 위치 행렬을 생성한다(단계 106).
- [0041] 도 2를 참조하면, 광학 현미경 이미지에서 상대적으로 밝게 보이는 지점이 입자의 중심점 위치이며, 이를 카운팅하여 일정한 면적 내에 존재하는 입자의 평면 좌표를 얻을 수 있다.
- [0042] 단계 104에서 하나의 광학 현미경 이미지는 복수의 세트(set)로 구분될 수 있고, 총 입자수(N)는 각 세트에 포함되는 입자의 수이고, 본 실시예에 따른 콜로이드 필름 평가 장치는 모든 세트에 대해 이하에서의 과정을 반복 수행한다.
- [0043] 즉, 콜로이드 필름의 서로 다른 지점에 대해 복수의 광학 현미경 이미지를 얻을 수 있고, 각 광학 현미경 이미지가 하나의 세트를 구성하며, 복수의 세트에 대해 이하에서 설명하는 평면충진율, 평균값 및 산포값의 계산 과정이 수행될 수 있다.
- [0044] 또한, N개의 입자에 대한 좌표는 $N \times N$ 의 2차 행렬로 생성되어 저장될 수 있다.
- [0045] 도 3은 본 실시예에 따른 광학 현미경 이미지를 컴퓨터를 통해 가시화하여 얻어진 입자의 분포가 서로 다른 필름 표면을 나타낸 것이다.
- [0046] 도 3은 16 μm x 16 μm 의 정방형 크기에 얻은 1 μm 입자의 이미지이고, 도 3a는 조건 I, 도 3b는 조건 II (10% defect), 도 3c는 조건 III (20% defect)으로 표현한다.
- [0047] 여기에서 평면상에서 x는 가로축, z는 세로축에 해당한다. 여기서 보이지 않은 y축은 높이 방향에 해당한다.
- [0048] 본 실시예에 따른 장치는 위치 행렬을 이용하여 각 입자의 평면 좌표를 기준점으로 하는 복수의 보로노이 다각형(polygon)을 생성한다(단계 108).
- [0049] 보로노이 다이어그램은 여러 개의 점들이 평면에 분포할 때, 각 점들에서 가장 가까운 점들을 판단하여, 그 점들간의 중간지점을 공간적으로 가르는 선들을 생성한 것을 의미하며 이를 통해 생성된 개별 다각형을 보로노이 다각형이라 한다.

- [0050] 도 4는 도 3의 콜로이드 입자 분포로부터 생성된 서로 다른 보로노이 다각형을 나타낸 것이다.
- [0051] 단계 108에서 생성된 보로노이 다각형을 이용하면 임의의 콜로이드 입자가 차지하고 있는 공간을 알 수 있다.
- [0052] 다음으로, 본 실시예에 따른 장치는 개별 콜로이드 입자를 둘러싸고 있는 다각형의 면적을 계산한다(단계 110).
- [0053] 단계 110에서 N개의 입자 각각에 대한 보로노이 다각형 면적이 계산될 수 있다.
- [0054] 보로노이 다각형 면적이 계산된 이후, 본 실시예에 따른 장치는 개별 다각형 면적과 콜로이드 입자의 단면적과의 비율을 이용하여 평면충진율을 계산한다(단계 112).
- [0055] 충을 이루는 구형 입자의 단면적은 원의 면적으로 단순화할 수 있다. 구형 입자의 반지름을 a 라 할 때, 구형 입자의 단면적은 πa^2 가 된다.
- [0056] 하나의 입자를 둘러싸고 있는 다각형 면적을 A_{polygon} 이라 할 때, 평면충진율은 아래의 수학식 1로부터 얻어진다.

수학식 1

- [0057] 평면충진율(S_f)= $\pi a^2 / A_{\text{polygon}}$
- [0058] 상기한 단계 104 내지 112는 샘플링된 세트 내의 모든 입자에 대해 반복 계산된다(단계 114).
- [0059] 모든 세트에서 각 입자의 평면충진율이 계산된 이후, 본 실시예에 따른 장치는 모든 세트에 포함된 입자들의 평면충진율의 평균값($\langle S_f \rangle$)과 산포값($\frac{\langle S_f^2 \rangle - \langle S_f \rangle^2}{\langle S_f \rangle}$)을 계산한다(단계 116).
- [0060] 여기서, $\langle \rangle$ 는 ensemble average를 의미한다.
- [0061] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 단계 116에서 계산된 평균값과 산포값을 이용하는 경우 defect(결함)의 발생 수준, 콜로이드 필름의 균일성 및 치밀도를 평가할 수 있다.
- [0062] 결함 발생 수준의 평가는 현재 얻어진 콜로이드 필름과 레퍼런스 샘플을 비교하는 과정을 통해 수행될 수 있다.
- [0063] 이하에서는 평균 입경이 $1\mu\text{m}$ 인 폴리스티렌 콜로이드 구형 입자가 코팅된 콜로이드 필름을 평가하는 과정을 실험 과정을 통해 상세하게 설명한다.

[0064] 실시예

- [0065] 평균 입경이 $1\mu\text{m}$ 인 폴리스티렌 콜로이드 구형 입자 ($a=0.5\mu\text{m}$)가 분산된 용액에 대해서 평가를 진행하였다.
- [0066] 콜로이드 분산액을 슬라이드 글래스에 수 방울 떨어뜨린 후 일정 높이에 블레이드가 달린 코터를 이용하여 액의 높이를 균일하게 만든 후, 건조를 진행한다.
- [0067] 건조 속도는 실험장치 내부의 습도를 변화시켜 조절한다. 실험에서의 필름 두께 및 건조 속도는 다음과 같다. Wet film상태에서의 초기 높이는 동일하게 $60\mu\text{m}$ 로 제작하고, 건조 속도는 필름 높이의 감소 속도가 $2.2\mu\text{m}/\text{sec}$ 가 되도록 조절하였다.
- [0068] 광학 현미경 이미지는 micros MC500모델로 측정하였다. 임의의 $16\mu\text{m} \times 16\mu\text{m}$ 의 면적내에 존재하는 입자를 하나의 세트로 하는 10개의 샘플 세트를 얻을 수 있으며, 그 중에 하나는 도 3(a)에 예시하였다.
- [0069] 표면 치밀도 영향을 예시로 정량화하기 위해서, 상대적으로 균일하게 만들어진 시료인 도 3a대비, 표면 defect를 각각 10%, 20%를 발생시킨 데이터를 발생시켰고, 그 이미지 중에 하나씩을 10% defect (도 3b)와 20% defect(도 3c)에 도시하였다.
- [0070] 여기에서 defect가 생긴 데이터는 원본 데이터에서 무작위적으로 임의의 입자를 소거하여 발생시켰다. 즉, 하나의 원본 이미지 세트에서의 입자의 총 수가 262개라고 하면, 10% defect은 원본에서 26개가 소거된, 236개의 입자가, 20% defect은 52개가 소거된 210개의 입자를 가진 세트에 해당한다. 각 조건에서 얻어진 결과는 도 5와 표 1에 나타내었다.

[0071] 도 5는 각 조건에서의 (a) Sf의 평균값 (b) Sf의 산포값을 나타낸 것이다.

[0072] 여기서, 예러바의 크기는 10개의 샘플링된 세트 사이에 존재하는 표준편차값을 나타낸다.

표 1

[0073]

	조건		
	I	II	III
Relative defect (%)	0	10	20
평면충진율 평균값	0.80	0.74	0.67
평면충진율 산포값	0.0042	0.014	0.023

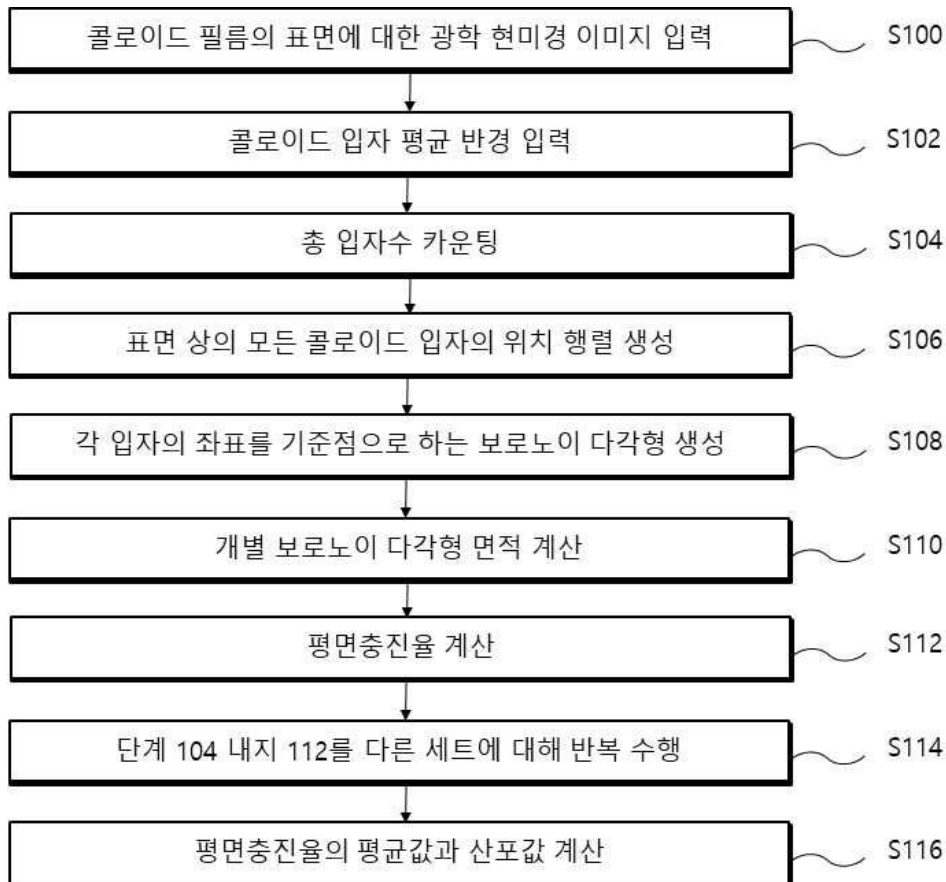
[0074] 최종적으로, 얻어진 평면충진율의 평균값과 산포값은 선형으로 증가시킨 defect를 잘 반영하고 있음이 확인되고 있다. 레퍼런스 조건인 조건 I대비, defect의 증가에 대해, 충진율 평균값은 선형적으로 감소하고 있으며, 충진율 산포값은 선형적으로 증가하고 있어서, 보로노이 다이어그램을 이용한 평가법이 defect수준을 충분히 정량화하고 있음이 확인된다.

[0075] 상기한 본 발명의 실시예는 예시의 목적을 위해 개시된 것이고, 본 발명에 대한 통상의 지식을 가지는 당업자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경, 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 하기의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

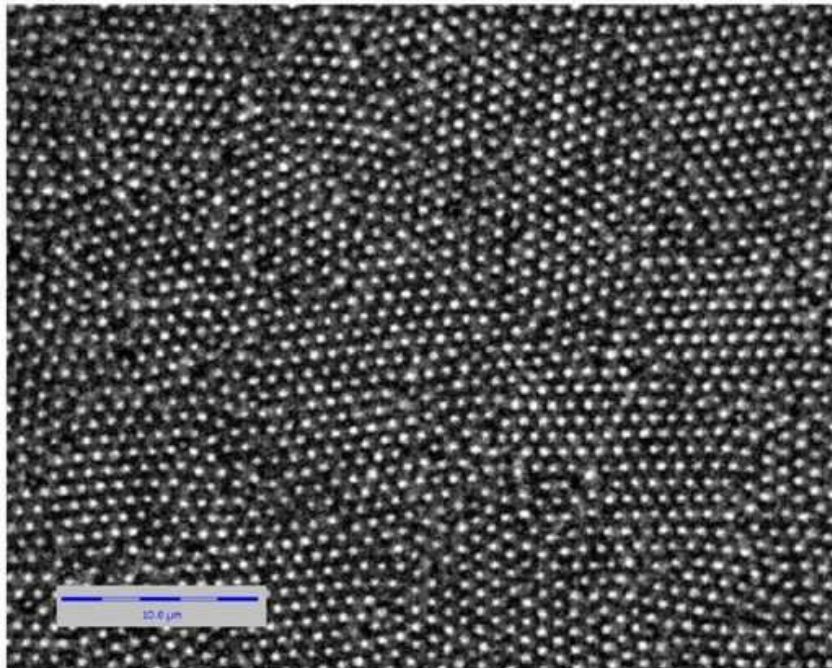
[0076]

도면

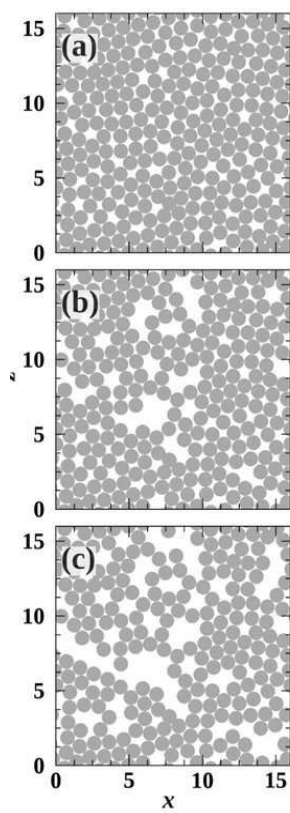
도면1



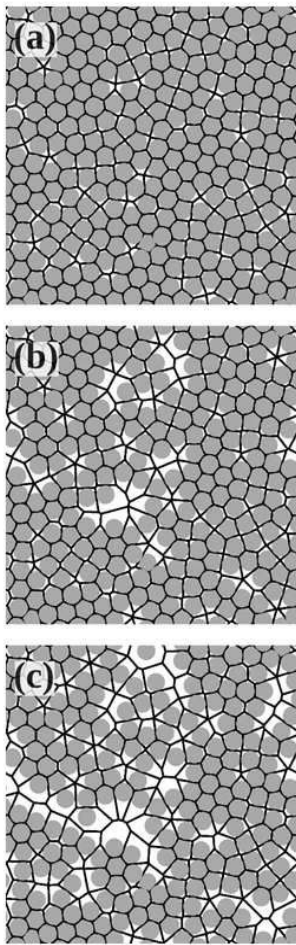
도면2



도면3



도면4



도면5

