



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월04일
(11) 등록번호 10-1762703
(24) 등록일자 2017년07월24일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 13/02 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
G01N 13/02 (2013.01)
G01N 2013/0266 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-0027758</p> <p>(22) 출원일자 2017년03월03일
심사청구일자 2017년03월03일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
Fulton, B. G., et al. "Distribution of surface shear forces and bubble characteristics in full-scale gas sparged submerged hollow fiber membrane modules." Desalination 281 (2011): 128-141.
POGORZELSKI, et al. In-situ surface wettability parameters of submerged in brackish water surfaces derived from captive bubble contact angle studies as indicators of surface condition level, 2013.*
JP2002350330 A
JP2010054312 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> | <p>(73) 특허권자
한국지질자원연구원
대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동, 한국지질자원연구원)</p> <p>(72) 발명자
유광석
대전광역시 유성구 어은로 57, 121동 405호 (어은동, 한빛아파트)</p> <p>김관호
대전광역시 유성구 상대로 16, 503동 401호 (상대동, 트리폴시티아파트)</p> <p>(74) 대리인
인비전 특허법인</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 13 항

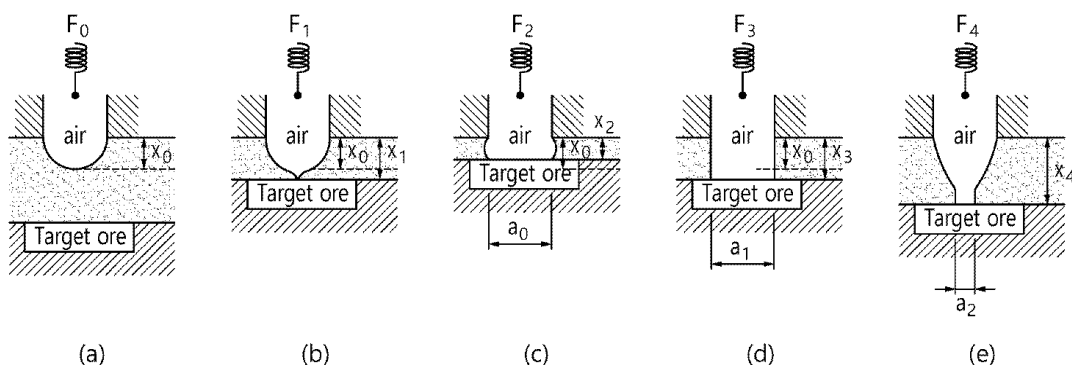
심사관 : 조병주

(54) 발명의 명칭 시료의 소(친)수력 측정 방법 및 이를 위한 측정 장치

(57) 요약

본 발명은 시료의 소(친)수력 측정 방법 및 이를 위한 측정 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 시료의 소(친)수성을 측정하는 방법은, 시료의 상부에 버블을 발생시키는 버블발생 모듈을 배치하는 단계와; 상기 버블발생 모듈에서 버블을 발생시키고 상기 시료와 상기 버블을 접근시켜 상기 버블과 상기 시료를 접촉시키는 단계와; 상기 버블과 상기 시료를 이격시키는 단계를 포함하며, 상기 접근 및 이격 단계에서 상기 버블과 상기 시료의 접촉 표면은 액상 내에 위치하며, 상기 접근 및 이격 단계에서 상기 버블과 상기 시료 표면 간의 힘을 측정한다.

대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711041365

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 국가과학기술연구회

연구사업명 한국지질자원연구원연구운영비지원

연구과제명 북한 금속광의 선광 정보화 기술 및 첨단산업소재용 희유금속 제련 공정 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

시료의 소(친)수성을 측정하는 방법에 있어서,
 시료의 상부에 버블을 발생시키는 버블발생 모듈을 배치하는 단계와;
 상기 버블발생 모듈에서 버블을 발생시키고 상기 시료와 상기 버블을 접근시켜 상기 버블과 상기 시료를 접촉시키는 접근단계와;
 상기 버블과 상기 시료를 이격시키는 이격단계를 포함하며,
 상기 접근 및 이격 단계에서 상기 버블과 상기 시료의 접촉 표면은 액상 내에 위치하며,
 상기 접근 및 이격 단계에서 상기 버블과 상기 시료 표면 간의 힘을 측정하며,
 상기 접근단계는,
 상기 버블과 상기 시료가 부착될 때까지 접근시키는 제1접근단계를 포함하고,
 상기 이격단계는,
 적어도 상기 버블과 상기 시료가 탈착될 때까지 수행되는 시료의 소(친)수성 측정방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 접근 및 이격 단계에서,
 상기 버블은 고정되어 있고 상기 시료가 상하 이동하는 것을 특징으로 하는 시료의 소(친)수성 측정방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 접근 및 이격 단계에서 상기 버블은 일정한 액체압을 받는 것을 특징으로 하는 시료의 소(친)수성 측정방법.

청구항 4

제2항에 있어서,
 상기 시료는 광물을 포함하는 것을 특징으로 하는 시료의 소(친)수성 측정방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 힘의 측정은,
 상기 버블발생 모듈의 무게 변화를 측정하여 수행되는 것을 특징으로 하는 시료의 소(친)수성 측정방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 접근단계는,
 상기 제1접근단계 이후 상기 버블과 상기 시료를 더 접근시키는 제2접근단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시료의 소(친)수성 측정방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제2접근단계에서 상기 버블과 상기 시료의 접촉면적을 측정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시료의 소(친)수성 측정방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 시료의 접촉표면은 평평하고 상기 접근 및 이격 방향의 수직방향으로 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 시료의 소(친)수성 측정방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

시료의 소(친)수성 측정하는 방법에 있어서,

수용액 상에서 시료와 상기 시료 상부에 버블을 배치하는 단계와;

상기 시료와 상기 버블을 상하방향으로 접근 및 이격시켜 상기 시료와 버블을 부착 및 탈착시키는 단계를 포함하며,

상기 접근 및 이격 시의 상기 시료와 상기 버블간의 힘 변화를 측정하여 상기 시료와 상기 버블간의 탈부착특성을 측정하며,

상기 접근은,

상기 버블과 상기 시료가 부착될 때까지 접근시키는 제1접근을 포함하고,

상기 이격은,

적어도 상기 버블과 상기 시료가 탈착될 때까지 수행되는 시료의 소(친)수성 측정방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 접근 및 이격 시,

상기 수용액 상에서 상기 버블의 위치는 고정되어 있으며,

상기 시료가 상하방향으로 이동하는 것을 특징으로 하는 시료의 소(친)수성 측정방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 접근은,

상기 제1접근 이후 상기 버블과 상기 시료를 더 접근시키는 제2접근을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시료의 소(친)수성 측정방법.

청구항 13

시료의 소(친)수성 측정장치에 있어서,

버블을 발생시키는 버블발생 모듈과;

상기 버블발생 모듈의 하부에 위치하며 시료가 안착되는 시료 안착부와;

상기 시료 안착부를 상기 버블발생 모듈에 접근 및 이격시키는 구동부와;

상기 버블과 상기 시료간의 힘을 측정하는 발란스 모듈을 포함하며,

상기 발란스 모듈은 상기 버블발생 모듈의 무게변화를 측정하는 것을 특징으로 하는 시료의 소(친)수성 측정장치.

청구항 14

삭제

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 버블과 상기 시료가 잠기는 수용액을 수용하는 수조를 더 포함하며,

상기 시료 안착부의 이동시에 상기 수조와 상기 버블의 상대적 위치는 변화하지 않는 것을 특징으로 하는 시료의 소(친)수성 측정장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 시료의 표면특성, 특히 소(친)수력을 측정하는 방법과 이를 위한 측정 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고체(광물 또는 재료-소재) 표면 특성 중 표면의 젖음성은 고체의 소수성(Hydrophobicity) 또는 친수성(Hydrophilicity)을 나타내는 중요한 성질이다.

[0003] 고체의 소수성 또는 친수성은 광물 간 선별 공정(부유선별)이나 방수/흡수 재료○소재의 기능을 정하는데 있어 매우 중요한 성질이며, 따라서 이를 정량적으로 평가하는 것이 중요하다.

[0004] 과거 수십 년간 광물 또는 재료-소재의 표면 특성 중 하나인 소수성(또는 친수성)을 분석/평가하기 위해 많은 연구 또는 장비가 개발되어 왔다. 이 중 수평의 고체 표면에 형성된 액적(液滴, droplet)을 이용한 접촉각(contact angle) 측정방법이 가장 일반적인 방법으로 알려져 있다.

[0005] 그러나 접촉각 측정방법은 측정 장치 그리고 측정자의 숙련 정도나 노하우에 따라 분석 오차가 발생하기 쉽다. 이러한 이유로 측정된 접촉각의 값은 그 자체의 고유한 특성 값으로 사용되기보다는 고체의 특성 변화나 고체 간 소수성의 비교를 위해 사용되는 상대 값으로만 해석 또는 사용되고 있다. 따라서 표면의 친(소)수성을 정량적으로 측정하는 것은 다양한 광물별 선별 공정, 기능성 소재 개발, 표면개질방법 및 계면활성제 개발과 같은 분야에 매우 중요하다

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1356116호(공고일자 : 2014. 01. 28)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 시료의 소(친)수력을 측정하는 방법 및 이를 위한 측정 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 본 발명의 목적은 시료의 소(친)수성을 측정하는 방법에 있어서, 시료의 상부에 버블을 발생시키는 버블발생 모듈을 배치하는 단계와; 상기 버블발생 모듈에서 버블을 발생시키고 상기 시료와 상기 버블을 접근시켜 상기 버블과 상기 시료를 접촉시키는 단계와; 상기 버블과 상기 시료를 이격시키는 단계를 포함하며, 상기 접근

및 이격 단계에서 상기 버블과 상기 시료의 접촉 표면은 액상 내에 위치하며, 상기 접근 및 이격 단계에서 상기 버블과 상기 시료 표면 간의 힘을 측정하는 시료의 소(친)수성을 측정하는 것에 의해 달성된다.

- [0009] 상기 접근 및 이격 단계에서, 상기 버블은 고정되어 있고 상기 시료가 상하 이동할 수 있다.
- [0010] 상기 접근 및 이격 단계에서 상기 버블은 일정한 액체압을 받을 수 있다.
- [0011] 상기 시료는 광물을 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 힘의 측정은, 상기 버블발생 모듈의 적어도 일부의 무게 변화를 측정하여 수행될 수 있다.
- [0013] 상기 접근단계는, 상기 버블과 상기 시료가 부착될 때까지 접근시키는 제1접근단계; 및 상기 제1접근단계 이후 상기 버블과 상기 시료를 더 접근시키는 제2접근단계를 포함하며, 상기 이격단계는, 적어도 상기 버블과 상기 시료가 탈착될 때 까지 수행될 수 있다.
- [0014] 상기 제2접근단계에서 상기 버블과 상기 시료의 접촉면적을 측정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 시료의 접촉표면은 평평하고 상기 접근 및 이격 방향의 수직방향으로 배치되어 있을 수 있다.
- [0016] 상기 부착시의 힘의 변화로부터 상기 시료의 반데르발스 힘 및 정전기력 중 적어도 어느 하나를 측정하고, 상기 탈착시의 힘의 변화로부터 상기 시료의 소수성을 측정할 수 있다.
- [0017] 상기 본 발명의 목적은 시료의 소(친)수성 측정하는 방법에 있어서, 수용액 상에서 시료와 상기 시료 상부에 버블을 배치하는 단계와; 상기 시료와 상기 버블을 상하방향으로 접근 및 이격시켜 상기 시료와 버블을 부착 및 탈착시키는 단계를 포함하며, 상기 접근 및 이격 시의 상기 시료와 상기 버블간의 힘 변화를 측정하여 상기 시료와 상기 버블간의 탈부착특성을 측정하는 것에 의해 달성된다.
- [0018] 상기 접근 및 이격 시, 상기 수용액 상에서 상기 버블의 위치는 고정되어 있으며, 상기 시료가 상하방향으로 이동할 수 있다.
- [0019] 상기 접근은, 상기 버블과 상기 시료가 부착될 때까지 접근시키는 제1접근; 및 상기 제1접근단계 이후 상기 버블과 상기 시료를 더 접근시키는 제2접근을 포함하며, 상기 이격은, 적어도 상기 버블과 상기 시료가 탈착될 때까지 수행될 수 있다.
- [0020] 상기 본 발명의 목적은 시료의 소(친)수성 측정장치에 있어서, 버블을 발생시키는 버블발생 모듈과; 상기 버블 발생 모듈의 하부에 위치하며 시료가 안착되는 시료 안착부와; 상기 시료 안착부를 상기 버블모듈에 접근 및 이격시키는 구동부와; 상기 버블과 상기 시료간의 힘을 측정하는 발란스 모듈을 포함하는 것에 의해 달성된다.
- [0021] 상기 발란스 모듈은 상기 버블발생 모듈의 적어도 일부의 무게변화를 측정할 수 있다.
- [0022] 상기 버블과 상기 시료가 잠기는 수용액을 수용하는 수조를 더 포함하며, 상기 시료 안착부의 이동시에 상기 수조와 상기 버블의 상대적 위치는 변화하지 않을 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 따르면 시료의 소(친)수력을 측정하는 방법 및 이를 위한 측정 장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 표면특성 측정 장치의 사시도이고,
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 표면특성 측정 장치의 측면도이고,
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 표면특성 측정 장치의 부분 상세도이고
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 표면특성 측정 방법을 나타낸 모식도이고,
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 표면특성 측정방법을 나타낸 사진이고,
- 도 6은 본 발명에 따라 측정한 방연석의 버블 부착-탈착 측정 그래프이고,
- 도 7은 본 발명에 따라 측정한 석회석의 버블 부착-탈착 측정 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하 도면을 참조하여 본 발명을 더욱 상세히 설명한다.
- [0026] 첨부된 도면은 본 발명의 기술적 사상을 더욱 구체적으로 설명하기 위하여 도시한 일 예에 불과하므로 본 발명의 사상이 첨부된 도면에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 표면특성 측정 장치를 설명한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 표면특성 측정 장치의 사시도이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 표면특성 측정 장치의 측면도이고, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 표면특성 측정 장치의 부분 상세도이다.
- [0029] 표면특성 측정 장치(1)는 공기 버블의 발생과 크기 등의 제어가 가능한 버블 생성 모듈(10), 공기 버블(이하 '버블')과 고체 표면의 부착력과 탈착력을 측정하는 측정 모듈(20), 측정 시료를 장착하고 이동시키는 시료 장착 이동 모듈(30), 그리고 공기 버블의 형태를 관찰할 수 있는 카메라 모듈(40)을 포함한다. 시료 장착 이동 모듈(30)은 수조(50), 수조 내에 위치하는 고체 시료 안착부(60), 시료를 상하로 이동시키는 구동부(70)로 구성되어 있다.
- [0030] 버블 발생 모듈(10)은 실린더, 피스톤을 포함한다. 실린더 하부에는 바늘이 부착되어 있다. 실린더의 위치는 측정 모듈(20)에 고정되어 있으며, 바늘 끝이 수조(50) 내 물속에 잠겨있는 상태에서 실린더의 피스톤이 하향 이동되면서 실린더 하부에 위치한 바늘 끝에서 버블이 발생한다.
- [0031] 피스톤의 이동은 모터, 맞물림 기어 및 나선형 축 등을 구성된 구동부(80)에서 정밀하게 이루어지며, 이를 통해 버블의 직경을 수십 μm 단위로 제어할 수 있다.
- [0032] 측정 모듈(20)은 버블 생성 모듈(10)과 연결되어 버블과 시료 표면 간의 부착 및 탈착에 의해 발생하는 힘의 변화를 측정한다. 측정 모듈(20)은 압전 소자가 내장되어 있어 압전 효과에 의해 발생하는 전압차를 이용하여 마이크로 그램까지 측정할 수 있을 수 있다. 카메라 모듈(40)은 시료 안착부(60)의 전면에 위치하면서, 버블의 위치와 버블과 시료의 부착, 탈착 상태를 촬영하게 된다. 카메라 모듈(40)에서는 버블의 형태와 위치, 버블과 시료의 부착이 이루어지는 거리와 부착 면적을 촬영할 수 있다. 광물의 시료 및 재료 소체의 친(소)수성 특성에 따라 탈착되는 버블의 형태가 다르며, 이러한 차이는 시료의 특성 평가하는데도 활용 가능하다.
- [0033] 도시하지는 않았지만 표면특성 측정 장치(1)는 각 구성의 제어와 측정 값 처리 및 저장을 위한 제어부를 더 포함할 수 있다. 제어부에서는 버블 생성 모듈(10), 측정 모듈(20), 시료 장착 이동 모듈(30), 카메라 모듈(40)을 제어할 수 있다. 제어부에서는 버블의 이동 위치에 따른 부착력, 탈착력과 함께 버블과 시료의 부착이 이루어지는 시간, 거리, 부착 면적을 모니터링을 할 수 있다.
- [0034] 시료 안착부(60)는 수조(50) 내에 위치하며, 시료를 안착시키며 구동부(70)에 의해 수조 내에서 상하로 이동한다. 이와 같은 버블과 시료의 거리 제어 방법을 통해 수조(50) 내에서 버블의 위치를 일정하게 고정시킬 수 있는 것과 동시에 실린더 바늘 단부도 수용액 수위로부터 일정 거리에 위치하게 된다. 이에 의해 버블은 시료와의 탈착 및 부착과 상관없이 수조 내의 물로부터 일정한 수압만을 받으며 실린더 바늘이 수중에 고정되어, 바늘 이동에 따른 부력과 항력, 그리고 바늘 표면에서 일어나는 부착 젖음, 확산 젖음과 같은 젖음성 변화를 방지할 수 있다. 따라서 측정의 정확도가 향상된다.
- [0035] 시료의 다른 위치에서의 측정은 시료의 안착부(60)의 위치를 변경하거나 시료 안착부의 평면 위치를 변화시켜 수행할 수 있다.
- [0036] 시료 안착부(60)와 연결되어 있는 구동부(70)는 모터, 맞물림기어 및 나선형 축 등을 포함하며, 시료 안착부(60)를 상하로 이동시킨다.
- [0037] 표면특성 측정장치(1)는 또한 프린터 및 디스플레이와 같은 출력부를 더 포함할 수도 있으며, 조명 등도 더 포함할 수 있다.
- [0038] 본 발명에서 시료는 광석일 수 있으나, 이에 한정되지 않고, 다양한 고체가 대상이 될 수 있다.
- [0039] 이하 도 4 및 도 5를 참조하여 본 발명에 따른 버블과 시료의 거리(버블의 위치)에 따라 변화하는 버블의 형태와 버블-시료 표면의 부착 면적의 변화를 설명한다.
- [0040] 도 4는 본 발명의 일실시예에 제시한 측정 방법 따라 시료 표면 위에 버블의 위치(변화)에 따라 접촉과 탈착이 일어나는 것을 나타낸 모식도이고, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 실제 측정된 사진이다.
- [0041] 시료는 버블과 접촉하는 표면이 평평하도록 준비하고, 평평한 면이 수평이 되도록 시료 안착부(60)에 안착시킨

다. 이에 한정되지는 않으나, 시료는 직사각형 판상 또는 원판 형상일 수 있다.

- [0042] 이후 수조(50)에 물을 채우고 도 4의 (a) 및 도 5의 (a)와 같이 버블 생성 모듈(10)에서 버블을 발생(bubble formation)시킨다. 접착력과 탈착력은 버블 크기와도 매우 큰 상관성이 있으므로 가능한 한 측정시마다 버블의 크기를 일정하도록 조절한다. 버블의 크기는 모터와 나선형축의 맞물림 기어의 회전 펄스 값을 조절하여 주입하는 공기량을 제어할 수 있으며, 실린더에 부착된 니들의 직경에 따라서도 조절이 가능하다. 통상적으로 버블의 직경은 2mm의 버블을 사용할 수 있다. 그러나 시료나 측정 방법에 따라서 1mm이하나 1-3mm 사이의 다양한 버블의 크기를 제어하여 사용할 수 있다.
- [0043] 다음으로 구동부(70)를 이용하여 시료 안착부(60)를 상부방향으로 이동시킨다. 시료 안착부(60)를 상부방향으로 이동하게 되면 도 4의 (b) 및 도 5의 (b)와 같이 버블이 시료에 넥킹(bubble necking)하면서 부착된다.
- [0044] 이 때 버블의 초기 높이를 x_0 라고 하면 넥킹 시 시료 표면과의 거리 x_1 은 x_0 보다 수십 마이크로(μm) 정도 크게 된다. 이는 반데르발스힘 및 정전기력 등의 표면의 특성에 의해 넥킹이 이루어지기 때문이다. x_1 의 값의 크기는 광물의 소수력과 관련이 있다. 즉 소수력이 강한 시료 표면의 경우, 소수력이 작은 시료 표면에 비해 큰 x_1 의 값을 보인다. 본 장비에서는 이러한 x_1 의 값을 수 마이크로 단위로 측정할 수 있다.
- [0045] 버블 발생부터 버블 넥킹까지 시료 안착부(60)의 상하방향이동은 구동부(70)에서 다양하게 제어될 수 있다. 이러한 제어는 버블 위치를 3단계로 나누어 제어함으로써 가능하다. 최초 버블을 만드는 최초 위치(Home position)와 버블과 표면 시료가 붙지 않는 가장 가까운 위치(넥킹이 생성되기 전 위치)인 임계 위치(Trigger position), 그리고 버블과 표면이 접촉되고 이에 따른 부착력이 측정된 이후 버블의 초기 높이인 x_0 를 기준으로 하여 측정하고자 하는 다양한 목적에 맞게 버블과 시료간 거리를 조절하여 시료의 움직임을 멈추게 하는 최종 위치(Destination position)로 구분한다. 최종 위치는 특정한 위치에 한정하지 않고 측정 목적에 따라 x_1 을 시료의 초기 높이인 x_0 와 동일하게 설정하거나, 도 4의 (c)와 같이 초기 높이인 x_0 보다 작은 x_2 등으로 설정할 수 있다. 도 4의 (c) 및 도 5의 (c)는 버블의 최종 높이인 x_0 보다 바늘 하단부와 시료와의 거리를 작게 설정한 최종 위치(Destination position)의 예를 나타내며, 실린더 바늘 하단부와 시료 표면과의 거리인 x_2 는 x_0 보다 작게 된다. 최종 위치(Destination position)에서 부착 시간은 측정시마다 동일하게 조절할 수 있다. 최종 위치(Destination position)는 버블과 시료의 거리가 멀어져 탈착과 관련된 힘의 측정이 시작되는 시점이기도 하다. 최종 위치에서의 버블 부착력은 0 또는 0에 가까울 수 있다.
- [0046] 버블과 시료의 부착력 측정은 버블이 임계 위치(Trigger position)에서 최종 위치(Destination position)로 이동시에 측정되는 값으로 나타낼 수 있다. 반대로 버블의 탈착력은 최종 위치(Destination position)에서 최초 위치(Home position)로 버블이 다시 이동되면서 측정된 값으로 나타낼 수 있다.
- [0047] 버블의 이동 속도도 구간마다 달리할 수 있다. 예를 들어, 일정한 속도로 이동할 수도 있으며 또는 최초 위치에서 임계 위치까지는 비교적 빠른 속도로 이동하다가 임계 위치에서 최종 위치까지, 즉 버블 넥킹이 형성되는 구간은 더 느린 속도로 이동할 수 있다. 탈착 구간인 최종 위치에서 최초 위치로의 이동도 속도를 달리할 수 있다.
- [0048] 이 단계에서 카메라(60)에서 촬영한 영상 등을 이용하여 버블과 시료와의 부착이 일어나는 위치(거리)와 부착 길이(a_0)를 측정한다. 본 명세서에서의 '버블과 시료의 부착 길이'는 '부착 길이'와 비례하는 '부착 면적'을 포함하는 개념이다.
- [0049] 다음은 버블의 탈착 단계로 시료 안착부(60)를 하부방향으로 이동시키면 도 4의 (d), (e) 및 도 5의 (d), (e)와 같이 버블 탈착이 일어난다. 버블의 탈착 단계는 버블 스트레칭(Bubble stretching) 단계와 버블 슬라이딩(Bubble sliding) 단계로 구분할 수 있다. 버블 스트레칭(Bubble stretching) 단계는 버블과 시료 표면의 부착 길이(a_1)이 일정한 값을 유지하며 도 4 (d)와 도 5 (d)와 같이 탈착이 일어난다. 이때 실린더 바늘 단부와 시료 표면과의 거리 x_3 는 x_0 보다 커지게 된다. 이어서 시료 안착부(60)를 하부방향으로 더 이동시키면 도 4의 (e) 및 도 5의 (e)와 같이 버블과 시료 표면의 부착 길이 감소하는 버블 슬라이딩(bubble sliding)이 발생하고 이어서 버블이 시료로부터 탈착(bubble detaching)된다. 이 단계에서 니들 단부와 시료표면과의 거리인 x_4 는 x_3 보다 커지게 된다.

- [0050] 이상과 같은 측정을 통해 얻을 수 있는 정보는 다음과 같다.
- [0051] 본 발명을 통해 버블과 시료 표면의 부착력과 탈착력을 직접 측정하여 시료의 젖음성, 즉 소수성 또는 친수성을 정량적으로 평가할 수 있는 값으로 측정할 수 있다. 이는 부착력과 탈착력은 측정 모듈(20)의 힘(무게) 변화 값을 측정하여 시료의 표면 특성값으로 사용한다.
- [0052] 버블과 시료 사이의 부착/탈착력은 입자의 반데르발스 힘(Van der Waals Force), 정전기력(Electrostatic Force) 및 소수력(Hydrophobic Force) 등의 매개 변수에 의해 결정된다. 기존의 액적(液滴, droplet)을 이용한 접촉각(Contact angle) 측정방법은 입자에 대한 이러한 각각의 매개 변수 값을 도출하는 것이 불가능하다.
- [0053] 본 발명에서는 버블과 시료의 부착/탈착 시 측정되는 특성값을 측정하여 이러한 매개 변수에 대한 실측값을 제공할 수 있다.
- [0054] 시료 표면이 버블에 근접하여 시료 표면에 버블이 부착하는 순간(버블 넥킹)에 측정되는 무게 변화 값은 시료와 버블의 부착력 특성값이다. 버블 넥킹 시 시료와 버블 사이에는 반데르발스 힘(Van der Waals Force)과 정전기력(Electrostatic force)이 우선적으로 작용한다. 따라서 측정된 부착력 특성값은 버블과 시료 접촉 시 작용하는 반데르발스 힘과 정전기력에 대한 인자 값으로 활용할 수 있다.
- [0055] 또한 시료와 버블이 접촉한 후 시료 안착부(50)가 최종 위치(탈착력 측정 위치, destination position)에 도착하였을 때까지의 힘(무게) 변화와 시료 표면의 부착력의 특성값이며, 이때의 버블과 시료의 부착 길이(a_0 , 또는 면적)는 시료의 친(소)수력의 특성을 나타낸다. 즉 소수성 시료인 경우에는 버블과 시료의 부착 길이(a_0 , 또는 면적)가 친수성 시료의 경우에는 버블과 시료의 부착 길이(a_0 , 또는 면적)에 비해 상대적으로 크게 나타나게 된다. 이와 같이, 버블과 시료의 부착면적은 부착력의 보조 인자로 활용될 수 있다.
- [0056] 본 발명에서는 버블과 시료가 멀어지는 단계에서도 버블과 시료의 부착 면적과 힘(무게)의 값을 측정한다. 버블과 시료가 멀어지는 과정은 크게 버블과 시료의 부착 면적의 변화 없이(고정되어) 버블과 시료의 간격이 멀어지는 버블 당김(Bubble stretching)과 버블과 시료의 부착 면적이 변화가 일어나면서 버블 탈착이 일어나는 버블 탈착(시료 표면에 물 분자 층이 다시 덮이기 시작)이 일어나는 버블 슬라이딩 및 버블 탈착(Bubble sliding, bubble detaching)으로 나눌 수 있다. 버블 당김(Bubble stretching)에서 측정된 값은 시료 표면 특성 중 표면 장력과 거칠기 등에 의한 특성 값으로 해석된다. 버블 슬라이딩 및 탈착 구간(Bubble sliding, bubble detaching)에서 측정된 값은 시료의 소수성을 나타내는 대표 특성 값으로 활용될 수 있다.
- [0057] 이러한 특성 값은 경시적 변화 값(즉 적분값)으로 환산하여 시료의 탈착 에너지를 계산하는데 이용한다. 이러한 특성값의 경시적 변화는 시료의 표면 특성, 즉 표면 장력(표면 에너지), 소수성, 거칠기 등에 따라 차이를 보이며, 따라서 탈착 특성값을 이용하여 시료 표면의 해당 특성을 정량적 평가할 수 있다.
- [0058] 이렇듯 본 장비 및 방법은 단순히 시료(광물)의 젖음성을 평가하는 접촉각 측정방법과는 달리 시료의 젖음성 뿐만 아니라 시료(광물)의 표면 특성값(반데르발스 힘, 정전기력, 소수력, 거칠기) 등을 정량적으로 측정할 수가 있다.
- [0059] 이하 도 6 및 도 7을 참조하여 본 발명에 따라 측정한 결과에 대해 설명한다.
- [0060] 도 6은 본 발명에 따라 측정한 방연석의 버블 부착-탈착 측정 그래프이고, 도 7은 본 발명에 따라 측정한 석회석의 버블 부착-탈착 측정 그래프이다.
- [0061] 직경 2mm의 버블을 생성시켜 측정하였다. 수조 내 물의 온도는 24℃로 하였다. 실험에서 버블과 시료 표면의 부착 속도, 즉 시료 안착부(30)의 이동 속도는 최초 위치에서 임계 위치까지는 70 $\mu\text{m}/\text{sec}$ 속도로 이동하였으며, 부착이 일어나는 임계 위치에서 최종 위치까지는 0.7 $\mu\text{m}/\text{sec}$ 속도로 이동하여 측정하였다. 최종 위치에서 최초 위치까지의 속도는 70 $\mu\text{m}/\text{sec}$ 였다. 최종 위치에서는 1초간 정지시켰다.
- [0062] 도 6 및 도 7은 방연석과 석회석 시료를 가지고 본 발명에 따라 버블과의 부착력과 탈착력을 측정한 그래프이다. 방연석은 석회석에 비해 소수력이 큰 것으로 알려져 있다. 다시 말해 석회석이 방연석에 비해 친수성이 크다. 본 발명을 이용하여 두 광물이 버블과 부착할 때 그리고 탈착할 때에 어떻게 다른지 그리고 그 힘과 에너지의 차이가 얼마나 차이가 있는지를 확인할 수 있다.
- [0063] 방연석의 경우, 버블이 시료 표면에 부착될 때 발생하는 측정값의 변화량이 석회석에 비해 크게 나타났는데, 이는 방연석이 석회석보다 반데르발스 힘과 정전기력이 매우 크다는 것을 의미한다. 또한 방연석이 석회석에 비해

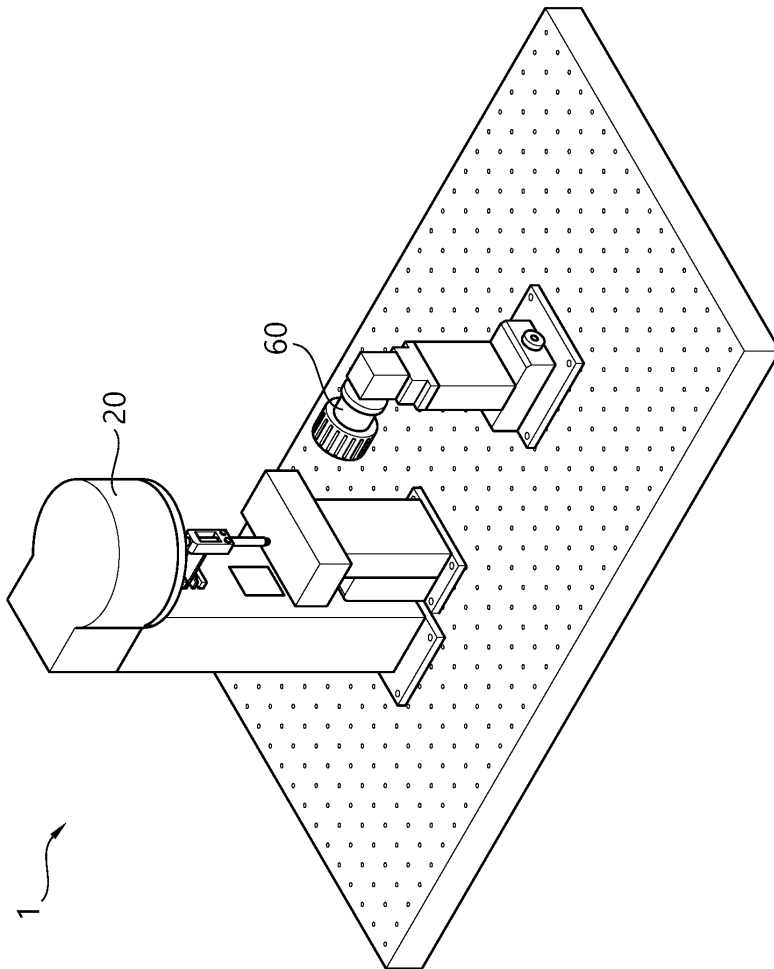
버블이 시료 표면에서 탈착할 때도 역시 더 큰 에너지가 필요하다는 것을 알 수 있다. 이는 방연석이 석회석의 소수력보다 크다는 것을 의미하며, 그 크기를 정량적으로 확인할 수 있다.

[0064]

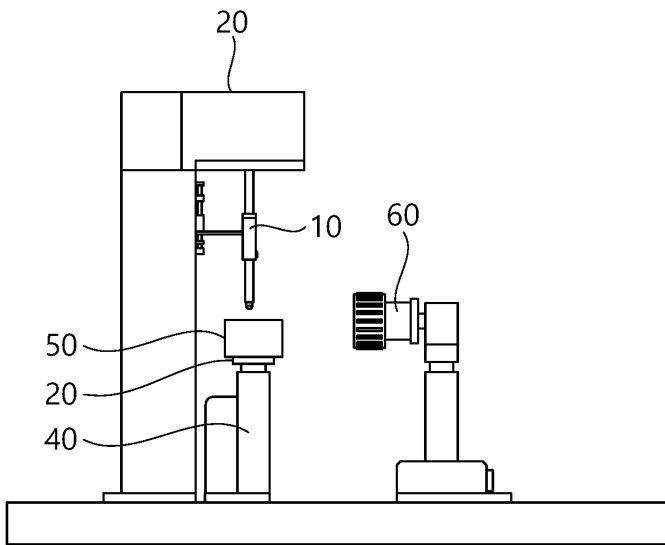
이상으로 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

도면

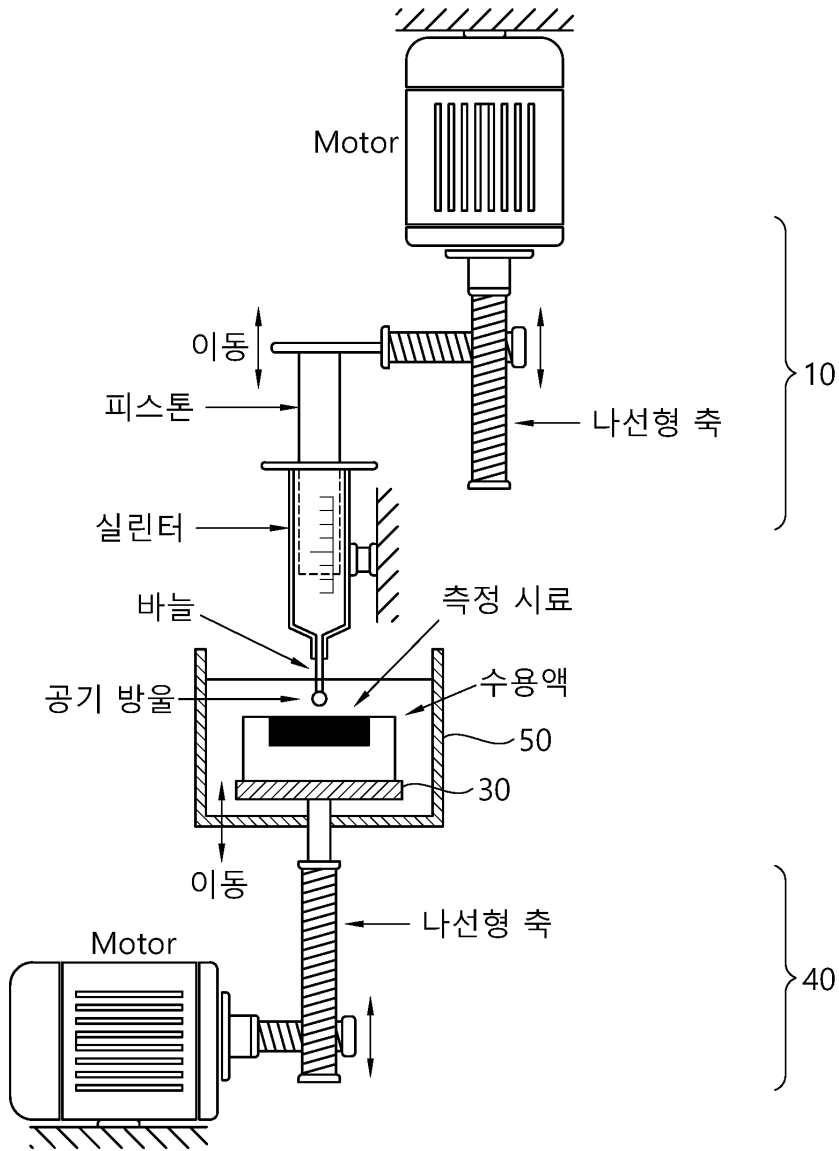
도면1



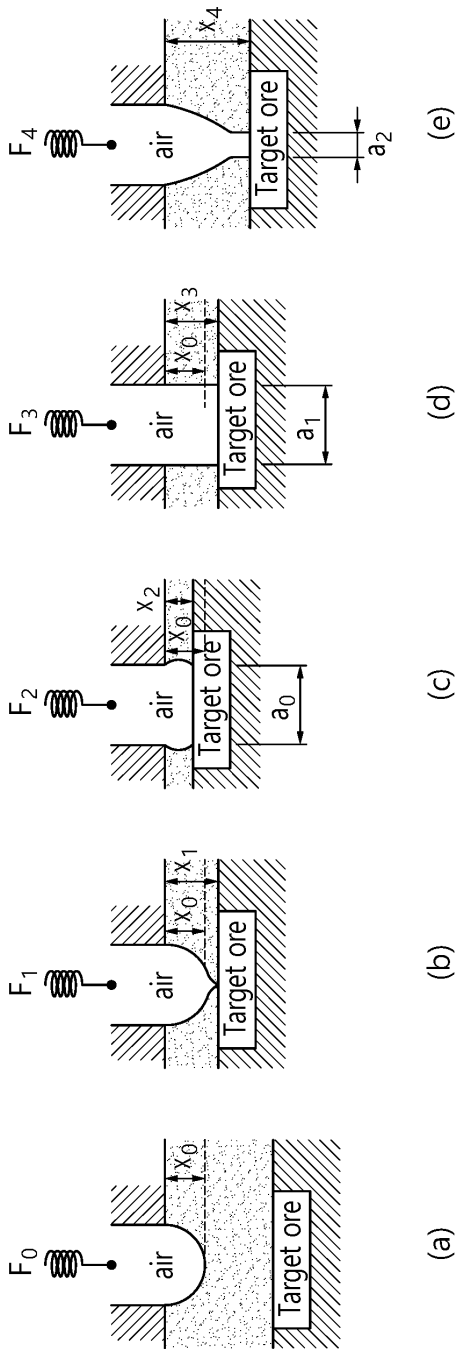
도면2



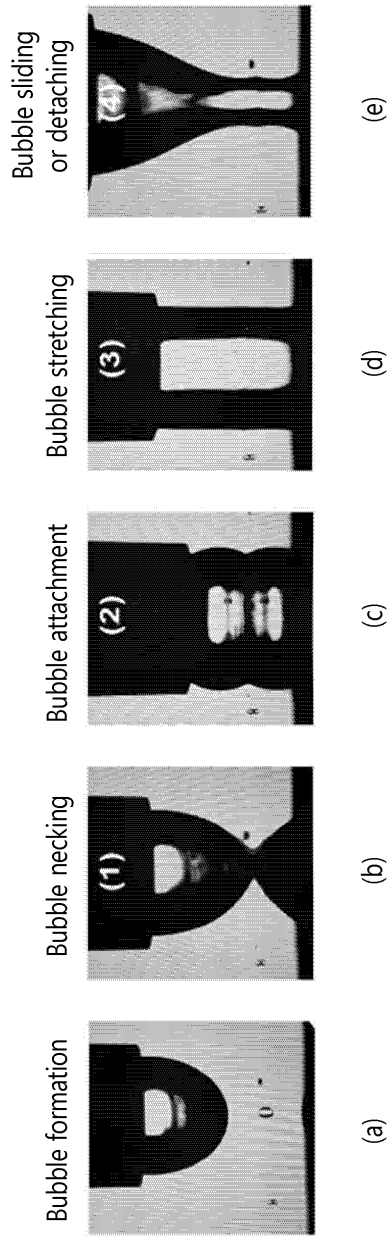
도면3



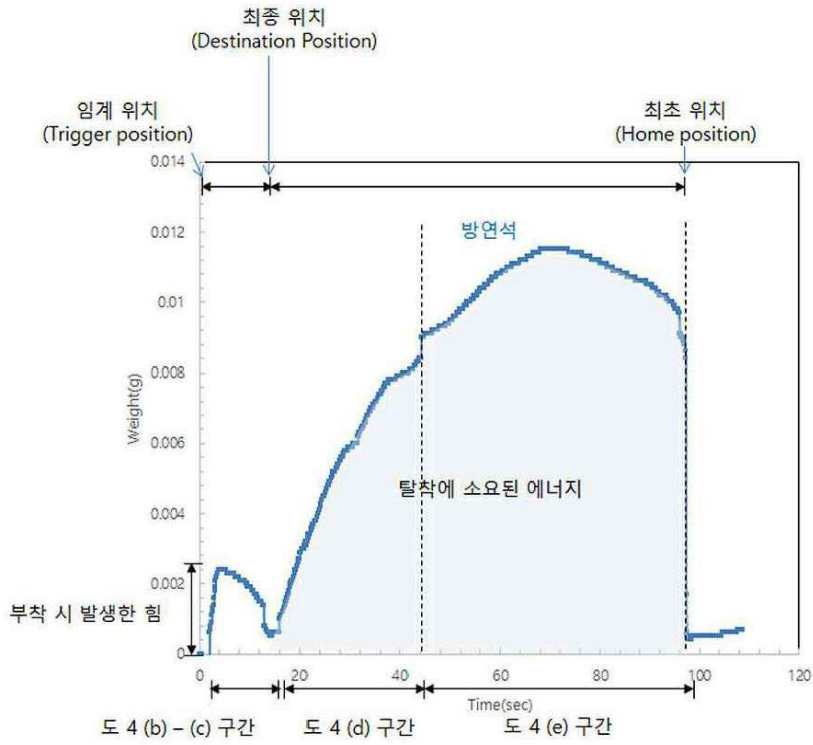
도면4



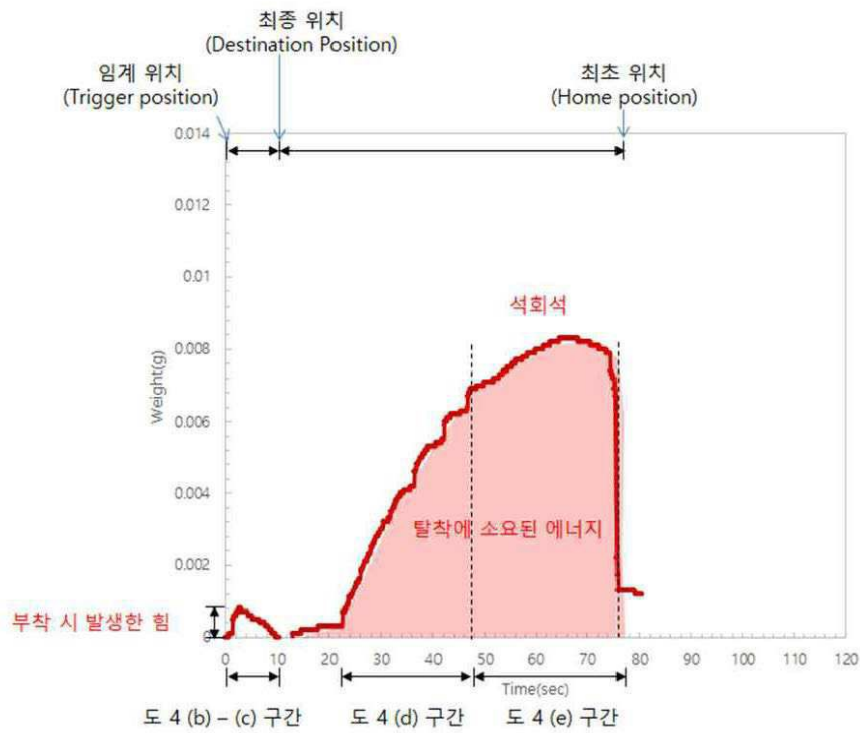
도면5



도면6



도면7



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제1항 제3행

【변경전】

상기 버블과 상기 시료를 접촉시키는 단계와;

【변경후】

상기 버블과 상기 시료를 접촉시키는 접근단계와;

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제1항 제5행

【변경전】

상기 버블과 상기 시료를 이격시키는 단계를

【변경후】

상기 버블과 상기 시료를 이격시키는 이격단계를