



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월10일
(11) 등록번호 10-2407348
(24) 등록일자 2022년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 1/22 (2006.01) B01D 47/02 (2006.01)
G01N 1/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 1/2214 (2013.01)
B01D 47/022 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0080338
(22) 출원일자 2020년06월30일
심사청구일자 2020년06월30일
(65) 공개번호 10-2022-0001876
(43) 공개일자 2022년01월06일
(56) 선행기술조사문헌
KR102124245 B1*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
정재희
경기도 남양주시 와부읍 덕소로2번길 39, 101동
605호(덕소강변삼익아파트)
(74) 대리인
유병욱, 한승범

전체 청구항 수 : 총 8 항

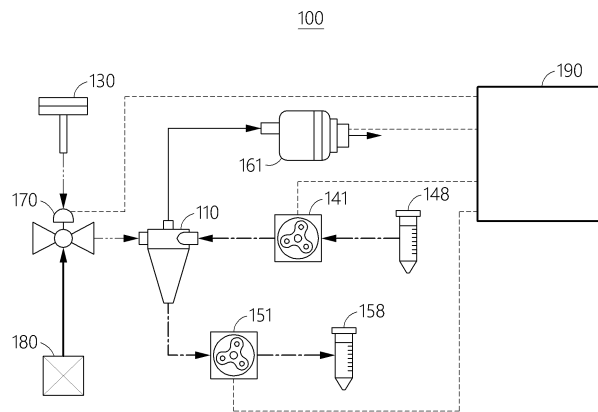
심사관 : 한별

(54) 발명의 명칭 액화 포집 장치 및 이를 포함하는 액화 포집 시스템

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 장치는 포집 대상물을 포함하는 공기 및 액체가 주입되는 제1 몸체; 및 상기 제1 몸체의 하부에 형성되며, 상기 액체에 의해 포집된 상기 포집 대상물이 배출되는 제2 몸체;를 포함하며, 상기 공기의 진행 방향을 따라 상기 공기에 작용하는 원심력이 증가하도록 상기 제2 몸체의 내면은 점진적으로 감소하는 직경을 가지는 원추 형태로 마련되고, 상기 포집 대상물은 상기 액체에 의해 상기 제2 몸체의 내면에 전체적으로 균일하게 형성된 액막에 포집될 수 있다.

대표도 - 도1



140: 141, 148
150: 151, 158
160: 161

(52) CPC특허분류

G01N 1/2273 (2013.01)
 G01N 1/24 (2013.01)
 G01N 2001/2217 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

‘Continuous Surveillance of Bioaerosols On-Site Using an Automated Bioaerosol-Monitoring System’, 정재희 등, ACS, 2020.1.8. 395-403*

‘사이클론 이용한 공기 중 부유미생물 실시간 탐지’, 한국연구재단 보도자료(한국연구재단 홈페이지), 2020.4.3. 1-8*

‘실내 미세먼지 정화용 습식형 2단 전기집진기 개발’, 한방우 등, 한국산하기술학회 학술대회논문집, pp.781~782(2014.11.31.)*

JP2000317349 A

KR101507208 B1

JP2002349918 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711108947
과제번호	2019R1A2C2002398
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	바이오미세먼지의 실시간 모니터링을 위한 초고속 마이크로콜로니 탐지 원천 기술

개발

기여율	1/1
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2019.03.01 ~ 2022.02.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

포집 대상물을 포함하는 공기 및 액체가 주입되는 제1 몸체; 및

상기 제1 몸체의 하부에 형성되며, 상기 액체에 의해 포집된 상기 포집 대상물이 배출되는 제2 몸체;를 포함하며,

상기 제2 몸체의 내면에는 초친수성 표면처리물질인 산화규소가 반복적으로 코팅되거나 반복 적층되어 형성된 초친수층이 마련되고,

상기 제2 몸체의 내면과 상기 산화규소 사이의 결합력이 증가하도록 상기 산화규소는 최소 100 °C의 온도에서 열처리되어 상기 제2 몸체의 내면에 코팅 또는 적층되며,

상기 공기의 진행 방향을 따라 상기 공기에 작용하는 원심력이 증가하도록 상기 제2 몸체의 내면은 점진적으로 감소하는 직경을 가지는 원추 형태로 마련되고,

상기 포집 대상물은 상기 액체에 의해 상기 제2 몸체의 내면에 전체적으로 균일하게 형성된 액막에 포집되는 것을 특징으로 하는 액화 포집 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 산화규소는 평균 직경이 27 nm인 입자 형태로 상기 제2 몸체의 내면에 반복 코팅되거나 반복 적층되는 것을 특징으로 하는 액화 포집 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 산화규소는 최소 20 wt%의 농도로 상기 제2 몸체의 내면에 반복 코팅 또는 반복 적층되며 단위면적당 $161.25 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 산화규소가 코팅되는 것을 특징으로 하는 액화 포집 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 산화규소가 코팅 또는 적층된 상태에서 상기 제2 몸체의 내면의 접촉각은 42도 이하가 되는 것을 특징으로 하는 액화 포집 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제2 몸체는 투명한 재질로 마련되거나 상기 산화규소와의 결합력이 큰 재질로 마련되는 것을 특징으로 하는 액화 포집 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 산화규소는 100 ℃의 온도에서 입자의 응집 현상으로 인해 평균 입경이 8.16 nm인 입자가 되어 코팅 표면의 친수성을 증가시키고 상기 제2 몸체의 내면과 상기 산화규소 간의 결합력을 증가시키며, 열처리된 상기 산화규소가 코팅 또는 적층된 상태에서 상기 제2 몸체의 내면의 접촉각은 10도 이하가 되는 것을 특징으로 하는 액화 포집 장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 제2 몸체는 폴리카보네이트 재질로 마련되는 것을 특징으로 하는 액화 포집 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

제1항, 제5항 내지 제8항, 제10항 및 제11항 중 어느 한 항에 따른 액화 포집 장치;

상기 포집 대상물을 포함하는 공기를 상기 액화 포집 장치에 공급하는 공기 주입부;

상기 액체를 상기 액화 포집 장치에 공급하는 액체 주입부;

상기 액체에 의해 포집된 상기 포집 대상물이 배출되는 포집 대상물 배출부; 및

상기 포집 대상물이 제거되고 남은 공기가 배출되는 공기 배출부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 액화 포집 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 공기 중의 미세먼지 또는 부유미생물을 포함하는 포집 대상물을 입자 관성력과 초친수 표면처리를 이용하여 고농축으로 액화 포집하는 액화 포집 장치 및 이를 포함하는 액화 포집 시스템을 제공한다.

배경 기술

[0002] 공기 중에 포함되어 있는 미세먼지 또는 부유미생물과 같은 에어로졸(aerosol)을 측정 및 검출하기 위하여, 에어로졸을 포집하기 위한 다양한 방법들이 개발되어 왔다.

[0003] 가장 보편적인 에어로졸 포집 방법은 필터를 이용한 방식으로, 필터에 부착된 에어로졸을 수집하는 것이다. 그

러나, 에어로졸을 탐지 및 검출하는 방법에 따라서, 액상의 시료를 사용해야하는 경우가 많다. 이 경우, 필터를 이용한 방식은 필터에 부착된 에어로졸을 액상으로 변환하기 위한 추가 처리 공정이 필요하다. 이러한 추가 처리 공정은 에어로졸 측정 및 검출을 비연속적으로 만들고, 측정 및 검출 시간을 늘리며, 비용을 발생시킨다. 또한, 부유미생물의 경우, 살아있는 미생물의 중요한 고유 특성인 생명성을 유지하기 어렵다.

- [0004] 한편, 대표적인 액상 에어로졸 포집 장치인 임핀저(Impinger)는 물과 같은 액체에 입자를 포집하는 원리를 이용하는데, 기존의 필터 방식의 에어로졸 포집 방법과 비교하여, 액상 변환을 위한 추가 처리 공정은 필요하지 않다. 그러나, 에어로졸 액상 포집과정에서 액막의 불균일성으로 인해 입자 손실이 발생하며 농축비가 낮은 문제점을 가지고 있다.
- [0005] 따라서, 공기 중의 미세먼지 또는 부유미생물과 같은 에어로졸을 고농축으로 액상 포집할 수 있는 액화 포집 장치에 대한 개발이 필요하다.
- [0006] 본 출원인은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명을 제안하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2017-0012259호(2017.02.02.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 공기 중의 에어로졸을 입자 관성력과 초친수 액막을 이용하여 고농축으로 액화 포집할 수 있는 액화 포집 장치 및 이를 포함하는 액화 포집 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 장치는 포집 대상물을 포함하는 공기 및 액체가 주입되는 제1 몸체; 및 상기 제1 몸체의 하부에 형성되며, 상기 액체에 의해 포집된 상기 포집 대상물이 배출되는 제2 몸체;를 포함하며, 상기 공기의 진행 방향을 따라 상기 공기에 작용하는 원심력이 증가하도록 상기 제2 몸체의 내면은 점진적으로 감소하는 직경을 가지는 원추 형태로 마련되고, 상기 포집 대상물은 상기 액체에 의해 상기 제2 몸체의 내면에 전체적으로 균일하게 형성된 액막에 포집될 수 있다.
- [0010] 상기 제2 몸체의 내면에는 초친수층이 마련될 수 있다.
- [0011] 상기 초친수층은 산화티타늄, 산화규소, 산화아연, 나트륨, 칼륨, 리튬 또는 세슘 중 어느 하나를 포함하는 초친수성 표면처리물질로 형성될 수 있다.
- [0012] 상기 초친수층은 상기 초친수성 표면처리물질을 상기 제2 몸체의 내면에 반복 코팅하거나 반복 적층하여 형성될 수 있다.
- [0013] 상기 초친수성 표면처리물질은 평균 직경이 27 nm인 입자 형태로 상기 제2 몸체의 내면에 반복 코팅되거나 반복 적층될 수 있다.
- [0014] 상기 초친수성 표면처리물질은 20 wt% 이상의 농도로 상기 제2 몸체의 내면에 반복 코팅 또는 반복 적층될 수 있다.
- [0015] 상기 초친수성 표면처리물질이 코팅 또는 적층된 상태에서 상기 제2 몸체의 내면의 접촉각은 42도 이하가 될 수 있다.
- [0016] 상기 제2 몸체는 투명한 재질로 마련되거나 상기 초친수성 표면처리물질과의 결합력이 큰 재질로 마련될 수 있다.
- [0017] 상기 제2 몸체의 내면과 상기 초친수성 표면처리물질 사이의 결합력을 높이거나 상기 초친수성 표면처리물질이 코팅 또는 적층된 표면이 거친 표면이 되도록 최소 100 °C의 온도에서 상기 초친수성 표면처리물질이 열처리 될

수 있다.

[0018] 최소 100 ℃의 온도에서 열처리된 상기 초친수성 표면처리물질이 코팅 또는 적층된 상태에서 상기 제2 몸체의 내면의 접촉각은 10도 이하가 될 수 있다.

[0019] 상기 제2 몸체는 폴리카보네이트 재질로 마련될 수 있다.

[0020] 상기 초친수성 표면처리물질은 산화규소 또는 실리카로 마련될 수 있다.

[0021] 한편, 본 발명은 상기 액화 포집 장치; 상기 포집 대상물을 포함하는 공기를 상기 액화 포집 장치에 공급하는 공기 주입부; 상기 액체를 상기 액화 포집 장치에 공급하는 액체 주입부; 상기 액체에 의해 포집된 상기 포집 대상물이 배출되는 포집 대상물 배출부; 및 상기 포집 대상물이 제거되고 남은 공기가 배출되는 공기 배출부;를 포함하는 액화 포집 시스템을 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따른 액화 포집 장치 및 이를 포함하는 액화 포집 시스템은 공기 중 일정 크기 범위의 에어로졸을 선별하여 고농축으로 액상 포집할 수 있으므로, 낮은 농도로 존재하는 실내 및 대기 에어로졸 측정 및 검출의 정확도를 높일 수 있다.

[0023] 본 발명은 공기 중 에어로졸 포집 과정에서 포집되는 에어로졸의 크기와 농축비를 조절할 수 있다.

[0024] 본 발명은 연속적이며 실시간으로 액화 포집된 에어로졸을 제공함에 따라, 실내 및 대기 에어로졸 측정 및 검출의 빈도를 높일 수 있고 신속히 대응할 수 있다.

[0025] 본 발명은 액화 포집 장치의 내면에 안정적으로 균일한 액막을 형성할 수 있도록 내벽에 초친수성 표면처리를 적용하여 얇고 균일한 액막을 형성함에 따라 에어로졸 포집 효율을 높이고, 에어로졸 액화 포집 농축비를 향상시킬 수 있다.

[0026] 본 발명은 연동펌프를 자동화하여 액체 저장소로부터 액체를 액체 주입부를 통해 액화 포집 장치의 내부로 연속적으로 정량 공급해 주고, 액화 포집된 에어로졸 시료를 추출해줌으로써 실내 및 대기 에어로졸 측정 및 검출 분석 용이하다.

[0027] 본 발명은 항온 장치와 결합하는 경우에는 날씨나 계절에 관계없이 최적의 물리적, 생물학적 수집환경을 제공할 수 있다.

[0028] 본 발명은 무선통신 방식의 원격 장치를 통해 장치를 원격으로 감시 및 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 시스템의 구성을 예시적으로 보여주는 도면이다.

도 2는 도 1에 따른 시스템에 포함된 액화 포집 장치를 보여주는 도면이다.

도 3은 도 2에 따른 액화 포집 장치의 작동 모습을 보여주는 사진이다.

도 4는 도 1에 따른 액화 포집 장치의 내면에 형성된 초친수층을 초친수성 표면처리물질의 농도에 따라 보여주는 사진이다.

도 5는 도 4에 따른 초친수성 표면처리물질이 산화규소인 경우에, 산화규소의 농도에 따른 액화 포집 장치 내면의 접촉각과 산화규소의 무게 변화를 보여주는 그래프이다.

도 6은 액화 포집 장치의 내면에 표면처리된 산화규소의 입자 형상 및 크기를 보여주는 사진 및 그래프이다.

도 7은 액화 포집 장치의 내면에 표면처리된 산화규소의 열처리 유무에 따른 산화규소의 변화를 보여주는 사진 및 그래프이다.

도 8은 액화 포집 장치의 내면에 표면처리된 산화규소의 열처리 온도에 따른 초친수 특성 및 코팅면의 내구성을 보여주는 그래프이다.

도 9는 액화 포집 장치에 공급되는 액체의 유량과 배출되는 액체의 유량 관계를 보여주는 그래프(a), 포집 대상물인 에어로졸의 크기에 따른 포집 성능을 보여주는 그래프(b)이다.

도 10은 도 1에 따른 액화 포집 시스템의 주요 구성요소를 보여주는 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에 는 동일, 유사한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련 된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범 위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0031] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소 들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0032] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0033] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0034] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 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 이해되 어야 한다.
- [0035] 도면들은 개략적이고 축적에 맞게 도시되지 않았다는 것을 일러둔다. 도면에 있는 부분들의 상대적인 치수 및 비율은 도면에서의 명확성 및 편의를 위해 그 크기에 있어 과장되거나 감소되어 도시되었으며 임의의 치수는 단 지 예시적인 것이지 한정적인 것은 아니다. 그리고 둘 이상의 도면에 나타나는 동일한 구조물, 요소 또는 부품 에는 동일한 참조 부호가 유사한 특징을 나타내기 위해 사용된다.
- [0036] 본 발명의 실시예는 본 발명의 이상적인 실시예들을 구체적으로 나타낸다. 그 결과, 도면의 다양한 변형이 예상 된다. 따라서 실시예는 도시한 영역의 특정 형태에 국한되지 않으며, 예를 들면 제조에 의한 형태의 변형도 포 함한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 시스템의 구성을 예시적으로 보여주는 도면, 도 2는 도 1에 따른 시스템에 포함된 액화 포집 장치를 보여주는 도면, 도 3은 도 2에 따른 액화 포집 장치의 작동 모습을 보여주는 사진, 도 4는 도 1에 따른 액화 포집 장치의 내면에 형성된 초친수층을 초친수성 표면처리물질의 농도에 따라 보여주는 사진, 도 5는 도 4에 따른 초친수성 표면처리물질이 산화규소인 경우에, 산화규소의 농도에 따른 액화 포집 장치 내면의 접촉각과 산화규소의 무게 변화를 보여주는 그래프, 도 6은 액화 포집 장치의 내면에 표면처 리된 산화규소의 입자 형상 및 크기를 보여주는 사진 및 그래프, 도 7은 액화 포집 장치의 내면에 표면처리된 산화규소의 열처리 유무에 따른 산화규소의 변화를 보여주는 사진 및 그래프, 도 8은 액화 포집 장치의 내면에 표면처리된 산화규소의 열처리 온도에 따른 초친수 특성 및 코팅면의 내구성을 보여주는 그래프, 도 9는 액화 포집 장치에 공급되는 액체의 유량과 배출되는 액체의 유량 관계를 보여주는 그래프(a), 포집 대상물인 에어로 졸의 크기에 따른 포집 성능을 보여주는 그래프(b), 도 10은 도 1에 따른 액화 포집 시스템의 주요 구성요소를 보여주는 구성도이다.
- [0039] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 시스템(100)은, 액화 포집 장치(110); 포집 대상물을 포함하는 공기를 상기 액화 포집 장치에 공급하는 공기 주입부(130); 액체를 상기 액화 포집 장치에 공급하는 액체 주입부(140); 액체에 의해 포집된 상기 포집 대상물이 배출되는 포집 대상물 배출부(150); 및 포집 대상물 이 제거되고 남은 공기가 배출되는 공기 배출부(160);를 포함할 수 있다.
- [0040] 이하에서, 포집 대상물은 공기 중에 있는 바이러스, 세균, 곰팡이와 같은 부유미생물을 포함하는 바이오에어로 졸, 미세먼지 등의 에어로졸을 포함하는 개념으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 장치(110)에 의해 서 액화 포집되는 물체(물질)를 의미한다.

- [0041] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 시스템(100)은, 주입된 공기에 포함되어 있는 포집 대상물이 원심력에 의한 관성력 작용으로 인하여 액막에 의해 포집되는 액화 포집 장치(110), 액화 포집 장치(110)와 연결되어 에어로졸 등의 포집 대상물을 포함한 공기가 흡입되는 통로를 구비하는 공기 주입부(130), 액화 포집 장치(110)와 연결되어 액체를 주입하기 위한 액체 주입부(140), 액화 포집 장치(110)와 연결되어 포집 대상물이 액화 포집되고 남은 공기가 배출되는 공기 배출부(160) 및 액화 포집 장치(110)와 연결되어 액막에 포집 대상물이 포집된 액체를 배출하기 위한 포집 대상물 배출부(150)를 포함할 수 있다.
- [0042] 도 2를 참조하면, 액화 포집 장치(110)는 제1 몸체(111) 및 제1 몸체(111)의 하부에 마련되는 제2 몸체(120)를 포함할 수 있다.
- [0043] 제1 몸체(111)와 제2 몸체(120)는 일체로 형성될 수도 있지만, 별개로 분리 형성된 후 결합되는 것이 바람직하다.
- [0044] 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 몸체(111)는 원통 형태로 형성되고 제2 몸체(120)는 원추 형태 또는 깔때기 형태로 형성될 수 있다. 여기서, 제1 몸체(111)와 제2 몸체(120)의 내부 공간에서 주입된 공기(포집 대상물을 포함하는 공기)가 유동하게 되는데, 공기가 유동하는 공간을 형성하는 제1 몸체(111)의 내면이 원통면을 형성하고 제2 몸체(120)의 내면이 원추면을 형성하면 충분하고, 제1 몸체(111)의 외면이 원통 형태를 가지거나 제2 몸체(120)의 외면까지 원추 형태를 가져야 하는 것은 아니다.
- [0045] 액화 포집 장치(110)의 제1 몸체(111)에 공기 주입부(130) 및 액체 주입부(140)가 연결될 수 있다. 이때, 공기 주입부(130)는 1개의 유로(미도시)를 통해 제1 몸체(111)에 연결되는 반면 액체 주입부(140)는 3개의 유로(미도시)를 통해 제1 몸체(111)에 연결되는 것이 바람직하다. 이때, 상기 4개 유로 중 이웃하는 유로 사이의 각도는 90도가 되도록 제1 몸체(111)와 연결되며, 공기 주입부(130)를 통해 주입된 공기(포집 대상물을 포함하는 공기)가 제1 몸체(111)와 제2 몸체(120)의 내부를 유동하면서 원심력이 발생할 수 있도록 상기 4개의 유로는 제1 몸체(111)의 반경 상에 위치하는 것이 아니라 제1 몸체(111)의 중심에서 편심되거나 원주면과 인접한 위치에 마련되는 것이 바람직하다. 제1 몸체(111)의 상면은 공기 배출부(160)와 연결될 수 있다.
- [0046] 공기 주입부(130)는 공기 중 100 마이크로 이상의 큰 입자를 제거하기 위한 분리망(미도시) 또는 임팩터(미도시)를 포함할 수 있다.
- [0047] 제2 몸체(120)는 그 내면을 따라서 공기가 나선형 흐름(S)을 형성할 수 있도록 충분한 길이를 가지는 원추 형태로 마련되는 것이 바람직하다. 액체 주입부(140)에서 주입된 액체는 제2 몸체(120)의 내면에 액막(L)을 형성하게 되는데, 제2 몸체(120)의 내면에 초진수층이 형성되기 때문에 액막(L)이 제2 몸체(120)의 내면 전체에 걸쳐서 고르게 형성될 수 있다. 제1 몸체(111)를 통해 유입된 공기는 제2 몸체(120)의 하부에 형성된 배출공(122)을 향해 진행하면서 공기에 포함된 포집 대상물(A)은 액막(L)에 포집되어 액체와 함께 배출공(122)을 통해 배출된 뒤 포집 대상물 배출부(150)로 전달된다. 포집 대상물(A)이 포집되어 제거된 남은 공기는 공기 배출부(160)로 이동하게 된다.
- [0048] 상기한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 장치(110)는 내면에 고르게 형성된 액막(L)에 의해서 포집 대상물(A)을 제거하는 습식 사이클론(cyclone) 장치이다.
- [0049] 한편, 에어로졸 등 포집 대상물을 포함하는 공기는 공기 주입부(130)를 통과한 후 밸브(170)를 통과하여 액화 포집 장치(110)로 이송될 수 있다. 이 때, 포집되는 공기 유량은 액화 포집 장치(110)에 연결되어 있는 공기 펌프(161)에 의해 결정될 수 있다.
- [0050] 액화 포집 장치(110)에 주입되는 액체는 주입 액체 보관소(148)에서 연동펌프(141)를 통해 액화 포집 장치(110)로 이송된다. 공기 중 포집 대상물은 액체 주입부(140)에서 액화 포집 장치(110)에 주입되는 액체에 의해 포집되며, 액화 포집된 포집 대상물은 액화 포집 장치(110)에 연결된 연동펌프(151)를 통해 포집 액체 보관소(158)로 이동될 수 있다.
- [0051] 각 연동펌프(141,151)를 제어함으로써 주입되고 배출되는 액체의 유량을 조절할 수 있다. 상기 연동펌프(141,151)는 On/Off 기능을 가지기 때문에 단방향 밸브 역할을 할 수 있다.
- [0052] 또한, 액화 포집 장치(110)의 내부를 세척하기 위한 필터(180)를 더 포함할 수도 있다. 필터(180)는 밸브(170)와 연결되거나 공기 주입부(130)와 연결될 수 있고, 깨끗한 공기를 액화 포집 장치(110)에 주입할 수 있도록 HEPA필터로 마련될 수 있다. 이와 같이, 필터(180)를 통하여 깨끗한 공기가 액화 포집 장치(110)로 주입됨에 따라 액화 포집 장치(110)를 세척할 수 있다.

- [0053] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 시스템(100)의 각 펌프(161, 141, 151)와 밸브(170)는 제어부(190)에 의해 제어될 수 있다. 여기서, 제어부(190)는 유선 통신부 또는 무선 통신부를 구비할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 시스템(100)은 펌프(161, 141, 151)와 밸브(170) 등에 전원을 공급하는 전원부(미도시)를 포함할 수 있다.
- [0055] 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 시스템(100)은 액화 포집 장치(110)의 내벽이 초친수성 물질로 코팅 처리되기 때문에 포집 대상물을 고농축 상태로 포집할 수 있다. 이하에서는 액화 포집 장치(110)에 대해서 보다 자세하게 설명한다.
- [0056] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 장치(110)는 포집 대상물을 포함하는 공기 및 액체가 주입되는 제1 몸체(111) 및 제1 몸체(111)의 하부에 형성되며 액체에 의해 포집된 포집 대상물이 배출되는 제2 몸체(120)를 포함할 수 있다. 여기서, 주입된 공기(포집 대상물을 포함하는 공기)의 진행 방향을 따라 공기에 작용하는 원심력이 증가하도록 제2 몸체(120)의 내면은 점진적으로 감소하는 직경을 가지는 원추 형태로 마련되고, 포집 대상물은 액체에 의해 제2 몸체(120)의 내면에 전체적으로 균일하게 형성된 액막에 포집될 수 있다.
- [0057] 액화 포집 장치(110) 내로 주입된 포집 대상물은 제2 몸체(120)의 원추형 내면을 따라 공기와 함께 이동하며 원심력을 받게 된다. 이때, 제2 몸체(120)의 내면에는 액막이 형성되어 있는데, 내면에 초친수 표면처리기술을 적용함으로써 균일하고 안정한 상태의 액막을 만들 수 있다. 즉, 제2 몸체(120)의 내면 전체에 걸쳐서 고르게 액막을 형성할 수 있다.
- [0058] 포집 대상물은 원심력 및 입자 관성력에 의해 제2 몸체(12)의 반경 방향으로 이동하며, 최종적으로 액막 표면에 포집될 수 있다.
- [0059] 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 시스템(100)은 최적화된 공기 유량과 주입 액체 유량 조건 및 초친수 표면처리에 의해 포집 대상물의 포집 성능을 향상시키며, 주입되는 액체의 양을 현저히 줄일 수 있다. 포집된 포집 대상물의 농축비는 주입되는 공기 유량과 주입되는 액체의 유량으로 결정되므로, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 시스템(100)에서는 포집 대상물의 농축비를 현저히 증가시킬 수 있다.
- [0060] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 시스템(100) 내의 액화 포집 장치(110)의 작동 모습을 보여주는 사진이다. 원추 형태 또는 깔때기 형태의 내면을 가지는 제2 몸체(120)는 포집 대상물을 포함한 공기가 배출공(122)을 향해 아래 방향으로 진행할수록 원심 반경이 작아짐에 따라 원심력을 증가시킨다. 작용하는 원심력이 커지기 때문에 공기에 포함된 포집 대상물은 제2 몸체(120)의 내면 쪽으로 이동하게 되고, 제2 몸체(120)의 내면에 전체적으로 고르게 형성된 액막에 포집 대상물이 포집될 수 있다.
- [0061] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 장치(110)에는 액체가 연속적으로 주입될 수 있다. 도 3에서는 액화 포집 장치(110)에 주입되는 액체를 가시화 하기 위해 파란색 염료를 이용하여 액체를 나타내었다. 액체를 주입하는 유로가 90도 간격으로 분산 배치되기 때문에 액화 포집 장치(110) 내로 고르게 액체 주입이 이루어질 수 있다. 포집 대상물이 포집된 후 남은 공기는 제1 몸체(111)의 상부를 통해 배출되고, 액막에 포집된 포집 대상물은 제2 몸체(120)의 하부로 이동되어 배출공(122)을 통해 액체와 함께 배출된다.
- [0062] 도 3은 파란색 염료가 제2 몸체(120)의 내면에 고르게 존재함을 보여주고 있다. 이로부터, 제2 몸체(120)에 내면에는 액막이 제2 몸체(120)의 내면 전체에 걸쳐서 고르게 형성됨을 알 수 있다. 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 장치(110)의 원추형 내면에 액막이 전체적이고 고르게 형성되는 이유는 원추형 내면에 초친수 표면처리가 되기 때문이다. 즉, 제2 몸체(120)의 내면에는 초친수층(super hydrophilic layer)이 형성될 수 있다.
- [0063] 상기 초친수층은 초친수성 표면처리물질을 제2 몸체(120)의 내면에 코팅 또는 도포하여 형성될 수 있다.
- [0064] 상기 초친수성 표면처리물질은 산화티타늄(TiO₂), 산화규소(SiO₂), 산화아연(ZnO), 나트륨(Na), 칼륨(K), 리튬(Li) 또는 세슘(Cs) 중 어느 하나가 이용될 수 있다. 즉, 상기 초친수층은 산화티타늄, 산화규소, 산화아연, 나트륨, 칼륨, 리튬 또는 세슘 중 어느 하나를 포함하는 초친수성 표면처리물질로 형성될 수 있다. 또한, 상기 초친수성 표면처리물질은 SnO₂-TiO₂ 또는 금이 코팅된 실리카(Silica-coated AU)가 이용될 수도 있다.
- [0065] 이하에서는, 상기 초친수성 표면처리물질이 산화규소(SiO₂, Silica)인 경우를 예로써 설명한다. 다만, 상기 초친수성 표면처리물질이 산화규소에 한정되는 것은 아니다.

- [0066] 상기 초친수층은 제2 몸체(120)의 내면에 상기 초친수성 표면처리물질을 반복 코팅(coating)하거나 반복 적층(stacking)하여 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 초친수성 표면처리물질을 포함하거나 녹은 용매에 제2 몸체(120)를 넣어서 제2 몸체(120)의 내면 전체에 용매를 묻힌 후 건조시키면 초친수성 표면처리물질이 제2 몸체(120)의 내면에 코팅될 수 있다. 이 상태에서 제2 몸체(120)를 용매에 다시 담근 후 건조시키는 과정을 반복하면, 제2 몸체(120)의 내면에 초친수성 표면처리물질이 반복 코팅 또는 반복 적층되어 초친수층이 형성될 수 있다.
- [0067] 상기 초친수성 표면처리물질의 농도가 증가할수록 상기 초친수층이 코팅된 제2 몸체(120) 내면의 친수성이 증가하게 된다. 도 4는 액화 포집 장치(110) 내지 제2 몸체(120)의 내면에 형성된 초친수층을 보여주는 사진인데, 초친수성 표면처리물질의 농도에 따라 초친수층을 보여주는 주사전자현미경(SEM: Scanning Electron Micrograph) 촬영 사진이다. 도 4의 경우, 초친수층에 사용된 초친수성 표면처리물질은 산화규소(실리카, Silica)이다.
- [0068] 도 4를 참조하면, 산화규소의 농도가 증가할수록 산화규소 입자들이 표면을 점점 더 많이 코팅한다는 것을 확인할 수 있고, 산화규소의 농도가 20 wt%인 경우부터 모든 면이 코팅된 것을 확인할 수 있다. 좀더 자세히 살펴보면, 도 4의 (a)는 산화규소의 농도가 0.5 wt%인 경우에 제2 몸체(120)의 내면에 코팅된 산화규소의 SEM 사진을 보여주는데, 산화규소가 내면에 코팅된 부분과 코팅되지 않은 부분이 확연하게 구분되고 있다. 이때의 접촉각은 73도이다.
- [0069] 도 4의 (b)는 산화규소의 농도가 5 wt%인 경우에 제2 몸체(120)의 내면에 코팅된 산화규소의 SEM 사진을 보여주는데, (a) 보다는 산화규소가 코팅되지 않은 부분이 적지만 제2 몸체(120)의 내면 전체를 코팅한 상태는 아니다. 이때의 접촉각은 48도이다.
- [0070] 도 4의 (c)는 산화규소의 농도가 20 wt%인 경우에 제2 몸체(120)의 내면에 코팅된 산화규소의 SEM 사진이고, 도 4의 (d)는 산화규소의 농도가 40 wt%인 경우에 제2 몸체(120)의 내면에 코팅된 산화규소의 SEM 사진을 보여주는데, 제2 몸체(120)의 내면 전체가 거의 산화규소로 코팅된 것을 확인할 수 있다. 이때의 접촉각은 각각 42도와 30도이다.
- [0071] 한편, 도 5는 도 4에 따른 초친수성 표면처리물질이 산화규소인 경우에, 산화규소의 농도에 따른 액화 포집 장치 내면의 접촉각과 산화규소의 무게 변화를 보여주는 그래프이다.
- [0072] 도 5에 있어서, 가로축은 산화규소의 농도를 나타내고, 좌측 세로축은 액화 포집 장치(110) 또는 제2 몸체(120)의 내면에서의 접촉각을 나타내며, 우측 세로축은 산화규소의 코팅된 무게 증가량을 나타낸다.
- [0073] 도 5를 참조하면, 우선, 초친수성 표면처리 물질인 산화규소의 농도가 증가함에 따라 친수 특성이 향상되는 것을 확인할 수 있다. 즉, 초친수성 표면처리 물질인 산화규소의 농도가 증가할수록 액화 포집 장치(110) 내면에서의 접촉각이 작아지는 것을 확인할 수 있다.
- [0074] 도 5를 참조하면, 초기에 산화규소의 농도가 증가함에 따라 친수 성능이 향상되지만(접촉각이 작아지지만), 10~20 wt%의 농도에서는 친수 성능의 변화가 거의 없다가(접촉각이 거의 42도를 유지하다가), 그 후 농도가 증가함에 따라 다시 친수 성능이 향상됨(접촉각이 30도까지 감소함)을 확인할 수 있다. 이와 같이, 산화규소의 농도가 10~20 wt%인 과정 동안 액화 포집 장치(110)의 모든 내면이 산화규소로 코팅되고, 이후 농도에서는 내면을 코팅하고 남은 입자들이 코팅면 위에 추가로 축적되면서 거친 표면을 형성하여 접촉각의 감소를 일으킬 수 있다. 액화 포집 장치(110)의 내면의 거칠기가 증가하면 친수성 표면은 더욱 더 친수성 표면으로 변화하게 된다.
- [0075] 도 5에 있어서, 산화규소의 농도가 0~10 wt%인 구간을 제1 구간, 농도가 10~20 wt%인 구간을 제2 구간, 농도가 20~40 wt%인 구간을 제3 구간이라고 하면, 제1 구간은 초친수성 표면처리물질(산화규소)이 내면을 코팅하면서 친수 성능이 향상되는 구간(코팅에 의한 친수화 과정 구간)이고, 제2 구간은 초친수성 표면처리물질(산화규소)이 내면을 완전히 코팅하여 접촉각이 안정화되는 구간이며, 제3 구간은 초친수성 표면처리물질(산화규소)이 내면을 충분히 코팅한 후 초친수성 코팅층 위에 추가로 코팅되며 거친 표면을 형성하고 이로 인해 친수 성능이 향상되는 구간(거친 표면 형성으로 인한 친수화 과정 구간)이다.
- [0076] 따라서, 도 4 및 도 5를 참조하면, 액화 포집 장치(110)의 내면을 완전히 코팅하기 위한 초친수성 표면처리물질(산화규소)의 최소 농도는 20 wt%임을 알 수 있다. 이때의 접촉각은 42도이며, 단위면적당 $161.25 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 초친수성 표면처리물질이 코팅될 수 있다.

- [0077] 도 6의 (a)는 액화 포집 장치(110) 또는 제2 몸체(120)의 내면에 코팅된 초친수성 표면처리물질인 산화규소의 입자 형상을 보여주는 투사전자현미경(TEM: Transmission Electron Microscope) 사진이고, (b)는 산화규소의 입자 크기를 보여주는 그래프이다.
- [0078] 도 6의 (a)를 참조하면, 투사전자현미경(TEM) 촬영을 통해 관찰된 초친수성 표면처리물질인 산화규소는 구형의 형태를 띠고 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 원소분석(EDS: Dispersive X-ray Spectrometer) 결과 초친수성 표면처리물질로 사용된 산화규소는 순수한 규소(Si)와 산소(O)로 이루어진 입자임을 확인할 수 있었다.
- [0079] 도 6의 (b)를 참조하면, 이미지 분석을 통해 초친수성 표면처리물질인 산화규소의 평균 직경은 27 nm라는 것을 확인할 수 있었다. 이는 나노입도분석기(Zetasizer)를 통한 입자크기 분석 결과와 동일하다.
- [0080] 도 6의 (b)에 있어서, 좌측 세로축 Intensity(%)는 나노입도분석기(Zetasizer)의 측정장비를 활용하여 산화규소의 입자를 측정하였을 때 입자 사이즈 별로 관측된 비율을 나타내고, 우측 세로축 Number(%)는 투사전자현미경(TEM)으로 촬영한 이미지에서 측정된 입자들의 크기를 분석하였을 때 입자 사이즈 별로 측정된 수의 비율을 의미하며, 가로축 Particle size(nm)는 산화규소 입자의 크기를 의미한다. 여기서, "Peak"는 농도가 가장 많은 양이 분포하고 있는 산화규소의 입자 사이즈를 의미한다. 즉, 최대 분포 입자 사이즈로서 평균 직경이 27 nm라는 것을 의미한다.
- [0081] 도 6에서 알 수 있듯이, 나노입도분석기와 투사전자현미경을 활용하여 산화규소 입자들의 크기 별로 분포를 살펴보았을 때 입자들의 크기가 27 nm라는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 장치(110)의 내면에 수십 나노 크기의 산화규소(실리카) 입자를 반복 코팅 또는 반복 적층(layer-by-layer) 방식으로 결합함으로써, 액화 포집 장치(110)의 내면에 균일하고 안정한 액막을 형성하기 위한 초친수 표면처리를 할 수 있다.
- [0082] 한편, 액화 포집 장치(110)의 내면에 초친수성 표면처리물질(산화규소)이 코팅된 상태에서 저온 열처리를 하지 않은 경우에는 초친수성 표면처리물질의 농도가 증가하더라도 초친수성 표면을 만들 수 없다. 이와 같이, 상기 초친수층 또는 초친수성 표면처리물질(산화규소)에 열처리를 가하여 액화 포집 장치(110) 또는 제2 몸체(120)의 내면과 상기 초친수층 또는 상기 초친수성 표면처리물질의 결합력을 높일 수 있다. 여기서, 액화 포집 장치(110) 또는 제2 몸체(120)의 내면과 상기 초친수층 또는 상기 초친수성 표면처리물질의 결합력은 열처리 온도에 영향을 받을 수도 있고 액화 포집 장치(110) 또는 제2 몸체(120)의 재질에 영향을 받을 수도 있다.
- [0083] 도 7은 산화규소 나노 입자를 액화 포집 장치(110) 또는 제2 몸체(120)의 내면에 코팅한 후, 열처리의 유무에 따른 변화를 보여주고 있다.
- [0084] 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이 상온(25 ℃)과 100 ℃에 노출된 산화규소 나노 입자의 코팅 표면을 보면, 상온에서는 입자의 평균 입경이 3.96 nm이고 100 ℃에서는 평균 입경이 8.16 nm이다. 또한, 전자현미경 사진에서도 코팅 표면이 상당히 거칠어졌다는 것을 확인할 수 있다. 이는, 고온(100 ℃)에서 입자의 응집 현상으로 인해 생긴 것으로 이러한 거친 표면은 친수성을 증가시키고 액화 포집 장치(110)의 내면과 산화규소 간의 결합력을 증가시킬 수 있다.
- [0085] 도 7의 (b)를 참조하면, 100 ℃에서 입자의 높이 변화가 상대적으로 심한 것을 볼 수 있는데, 이는 100 ℃인 경우 코팅 표면이 거칠다는 것을 의미한다.
- [0086] 도 8의 (a)는 열처리 온도에 따른 향상된 초친수 특성을 보여주고, 도 8의 (b)는 열처리 온도에 따른 코팅면의 내구성을 보여준다.
- [0087] 우선, 내구성 테스트를 위해 초친수 처리된 표면(코팅면)을 초음파분쇄기(Sonicator)에서 넣은 후, 30분간 작동시켰을 때의 접촉각의 변화를 측정하였으며, 테스트 전후의 결과를 비교하여 코팅면의 내구성(Durability, %)을 평가하였다. 50 ℃ 이상 온도에서의 열처리는 초음파분쇄기를 이용한 내구성 테스트에도 버틸 수 있는 초친수성 표면처리물질(산화규소)의 결합력을 부여한다.
- [0088] 그 결과, 도 8의 (b)에 도시된 바와 같이, 초음파분쇄기 테스트 전후로 접촉각의 변화가 크지 않다는 것을 확인하였다. 그러나, 50 ℃에서 열처리만으로는 접촉각이 10도 정도가 되기 때문에 초친수성 표면을 만들 수 없다. 따라서, 10도 이하의 접촉각을 가지는 초친수성 표면을 형성함과 동시에 코팅면의 내구성도 가지기 위해서는 100 ℃가 최적의 열처리 온도라는 것을 알 수 있다.
- [0089] 또한, 액화 포집 장치(110)에 사용되는 소재와 산화규소의 상호작용으로 인해 저온 열처리 공정만으로 손쉽게 내구성 있는 초친수성 표면을 만들 수 있다. 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 장치(110)는 폴

리카보네이트(Polycarbonates)를 포함하여 투명한 소재로 마련될 수 있다. 액화 포집 장치(110)를 투명한 소재로 형성함으로써 액화 포집 장치(110)의 내부에서 일어나는 포집 대상물의 액화 포집 과정을 가시화할 수 있다.

- [0090] 액화 포집 장치(110)는 제1 몸체(111)와 제2 몸체(120)가 모두 폴리카보네이트와 같은 투명한 재질로 마련되거나, 적어도 제2 몸체(120)가 폴리카보네이트와 같은 투명한 재질로 마련될 수 있다.
- [0091] 액화 포집 장치(110) 또는 제2 몸체(120)는 내부의 가시화가 가능하도록 투명한 재질로 마련되거나 초친수성 표면처리물질인 산화규소와의 결합력이 큰 재질로 마련될 수 있다.
- [0092] 다만, 경우에 따라서 액화 포집 장치(110)는 알루미늄 또는 스테인리스 스틸(SUS) 등의 금속 재질로 마련될 수도 있다.
- [0093] 도 9의 (a)는 액화 포집 장치에 공급되는 액체의 유량과 배출되는 액체의 유량 관계를 보여주고, 도 9의 (b)는 포집 대상물인 에어로졸의 크기에 따른 포집 성능을 보여준다.
- [0094] 도 9의 (a)를 참조하면, 액화 포집 장치(110)에 주입되는 공기(포집 대상물을 포함하는 공기)의 유량은 960 L/h로 고정하였다. 유량 관계식은 액화 포집 장치(110) 내부에서 공기와 액체가 안정화 되는 조건을 나타낸다. 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 장치(110)는 포집 대상물의 고농축 액화 포집이 가능하다. 여기서 농축의 정의는 주입되는 공기 유량과 배출되는 액체 유량의 비(ratio)로서 결정된다. 즉, 공기 유량이 고정되면 배출되는 액체 유량을 조절함으로써 포집 농축비를 제어할 수 있다.
- [0095] 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 장치(110)는 주입 공기 및 배출 액체 유량을 조절함으로써, 최대 960만 배의 농축비를 얻을 수 있다. 현재 기존 문헌 상에 보고되고 있는 세계 최고 농축비는 70만배 수준 (Texas A&M Univ., USA)임을 고려할 때, 농축 성능이 월등히 높음을 보여준다.
- [0096] 도 9의 (b)를 참조하면, 배출되는 액체 유량이 증가함에 따라 포집 성능이 향상되는 것을 알 수 있다. 약 0.4 mL/h의 배출 액체 유량에서 약 99%의 효율을 보여준다.
- [0098] 이하에서는, 도 10을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화 포집 시스템(100)의 액화 포집 구동 형태에 대해서 설명한다.
- [0099] 첫 번째의 액화 포집 구동 형태를 설명한다. 먼저, 각각의 주입부(130,140)와 배출부(150,160)는 포집 대상물(에어로졸)을 액화 포집하는 동안 지속적으로 포집 대상물을 포함하는 공기 및 액체를 주입하고 배출한다. 이로부터 연속적인 액화 포집 시료를 얻을 수 있다. 이 경우, 포집 대상물을 포함하는 공기 주입 유량과 포집 대상물이 포집된 배출 액체 유량의 비로서 농축비가 결정된다. 연속적인 액화 포집 시료로부터, 시간 변화에 따른 연속적인 포집 대상물 액화 포집이 가능하다. 후단에 검출 및 탐지부(미도시)가 연결된다면, 시간 변화에 따른 연속적인 포집 대상물 모니터링도 가능하다.
- [0100] 두 번째의 액화 포집 구동 형태를 설명한다. 첫 번째 구동 형태와 달리, 액화 포집된 포집 대상물 배출부를 밸브(미도시)를 통해 잠근다. 이 경우, 액화 포집 장치(110)에는 균일하고 안정적인 액막을 형성하기 위한 최소 부피의 액체가 주입되며, 포집 대상물의 액화 포집 동안 액체 증발에 의해 보충해야 하는 액체 유량만 주입한다. 이 경우, 첫 번째 구동 형태에서의 포집 대상물 액화 농축비는 포집 시간에 비례하여 증가하게 된다. 두 번째 구동 형태는 포집 주기가 길며, 보다 고농축 포집을 필요로 하는 경우에 활용될 수 있다.
- [0102] 이상과 같이 본 발명의 일 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 청구범위뿐 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

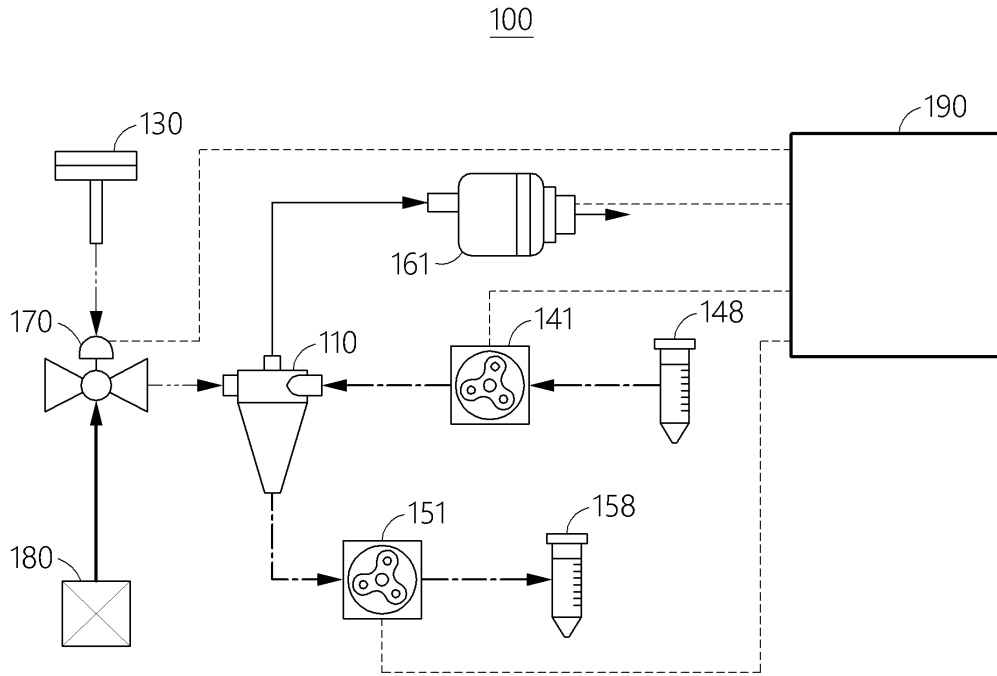
부호의 설명

- [0103] 100: 액화 포집 시스템 110: 액화 포집 장치
- 130: 공기 주입부 140: 액체 주입부
- 150: 포집 대상물 배출부 160: 공기 배출부

190: 제어부

도면

도면1

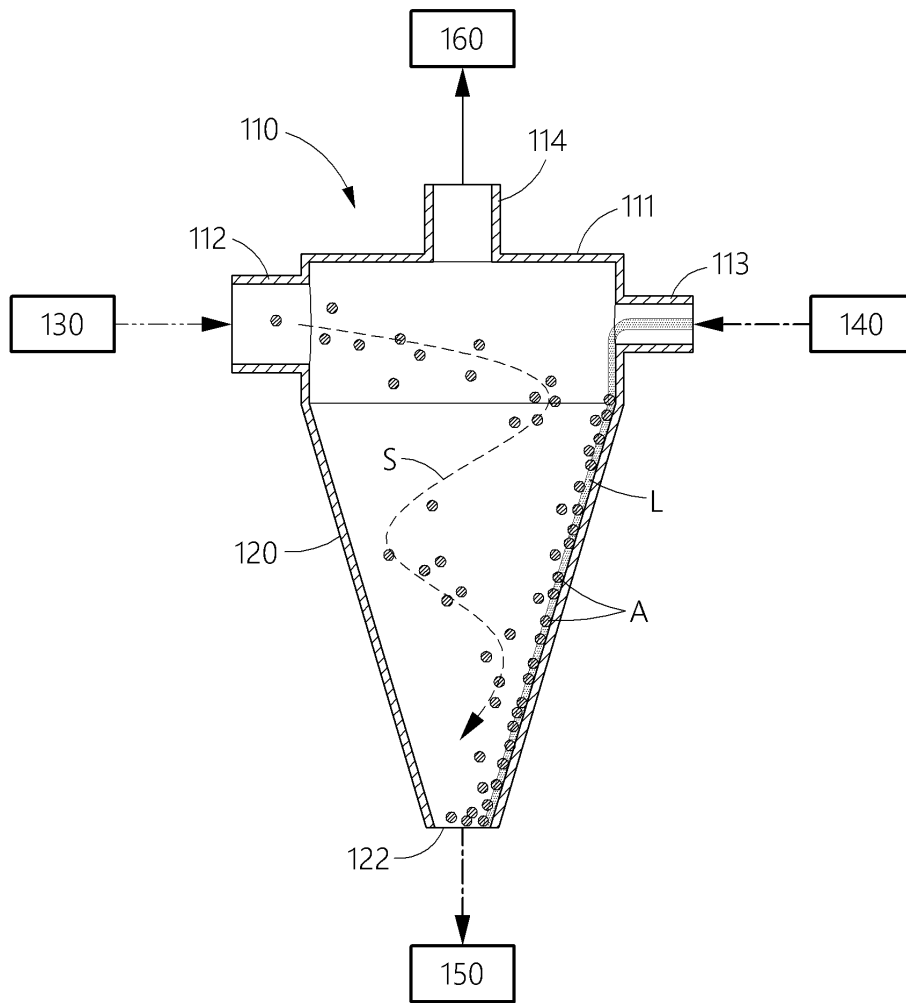


140: 141, 148

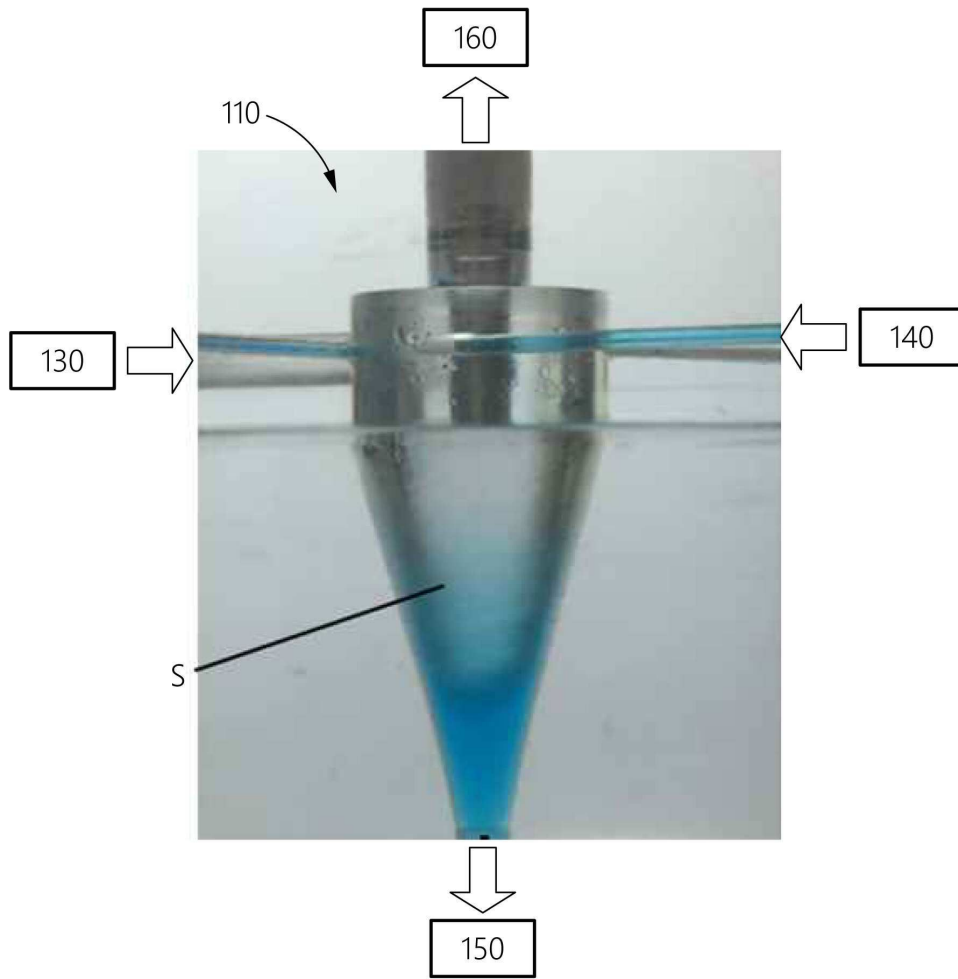
150: 151, 158

160: 161

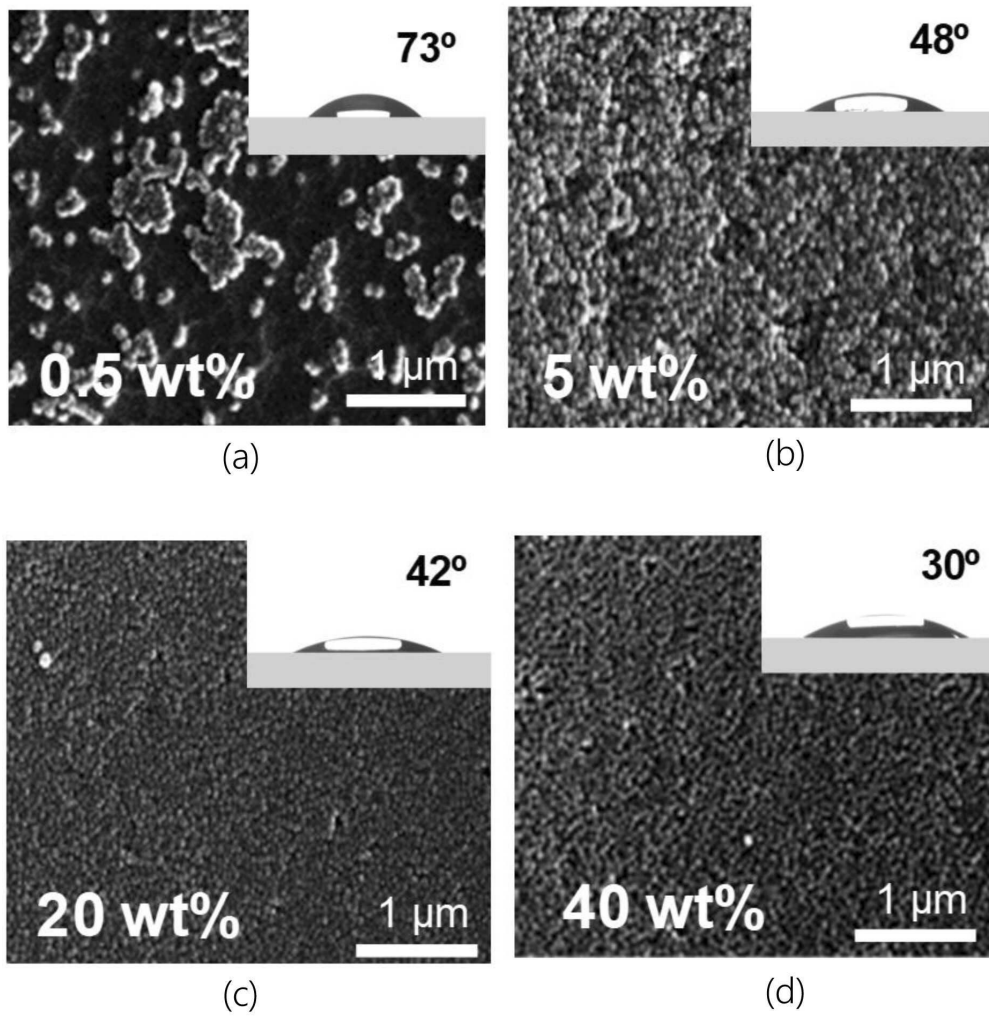
도면2



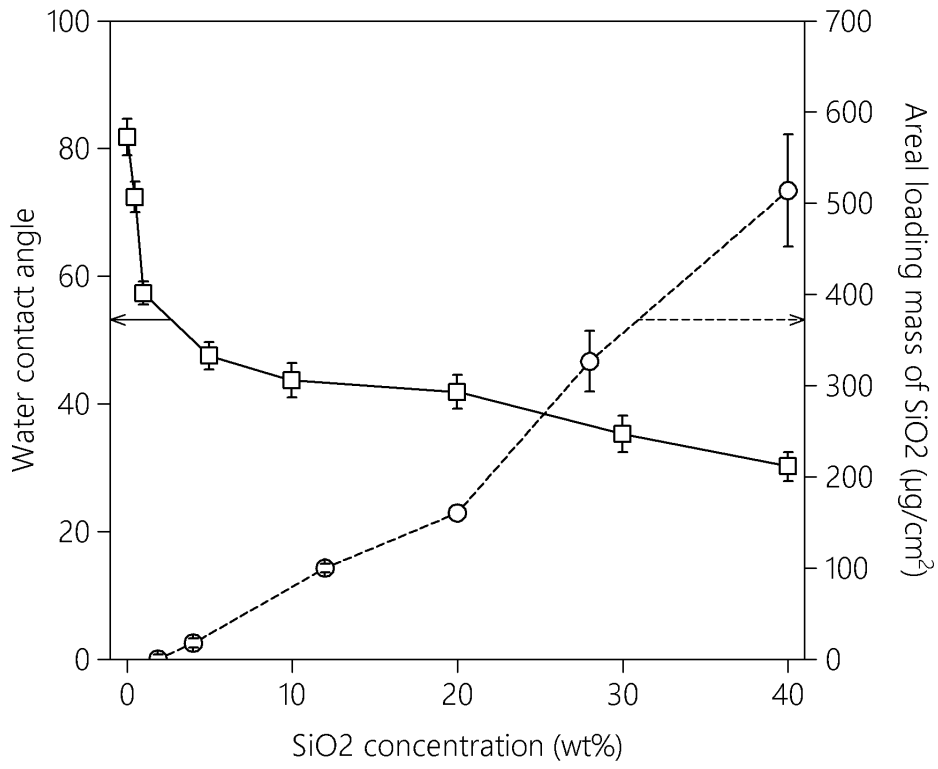
도면3



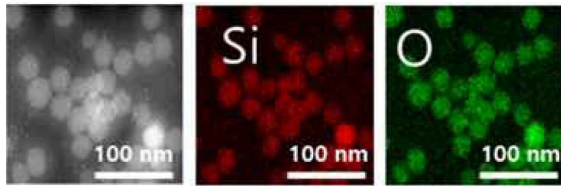
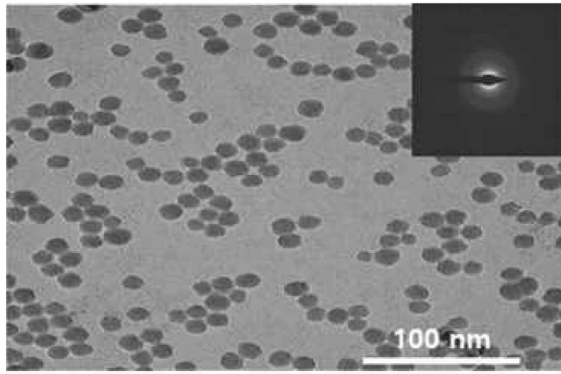
도면4



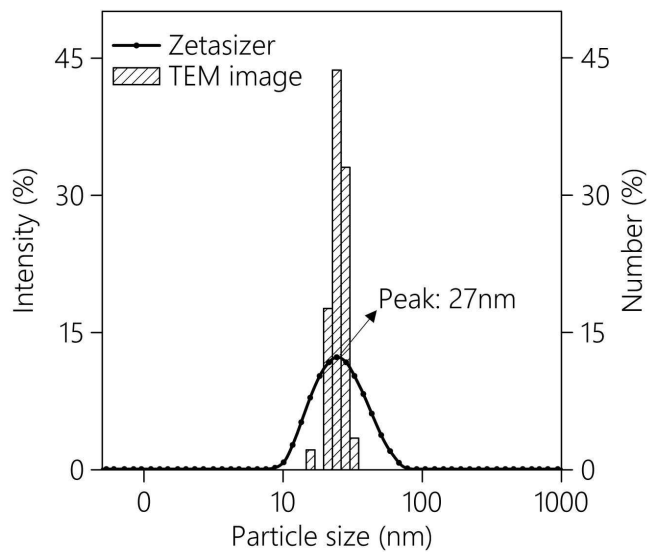
도면5



도면6

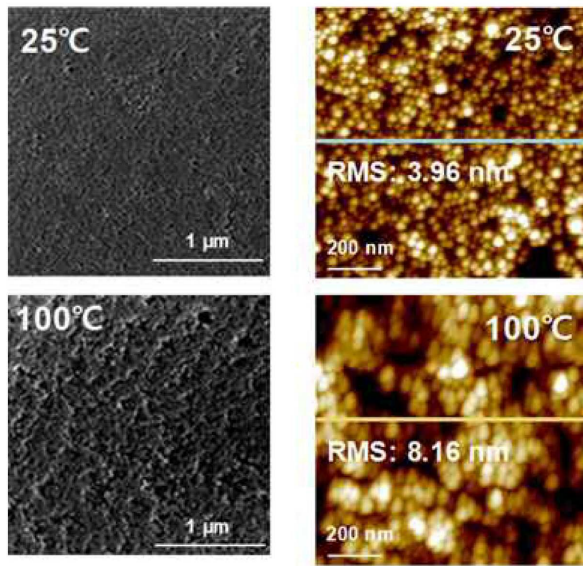


(a)

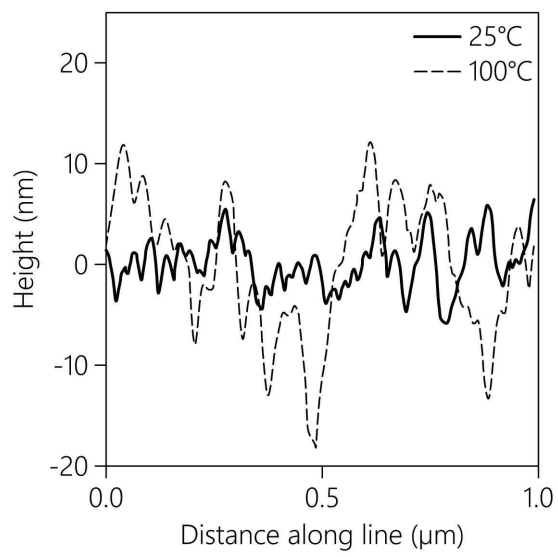


(b)

도면7

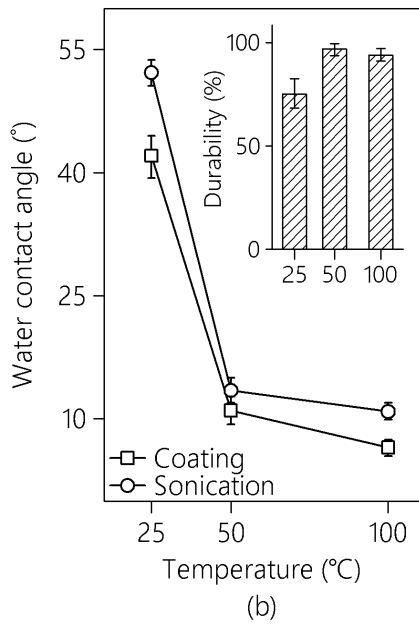
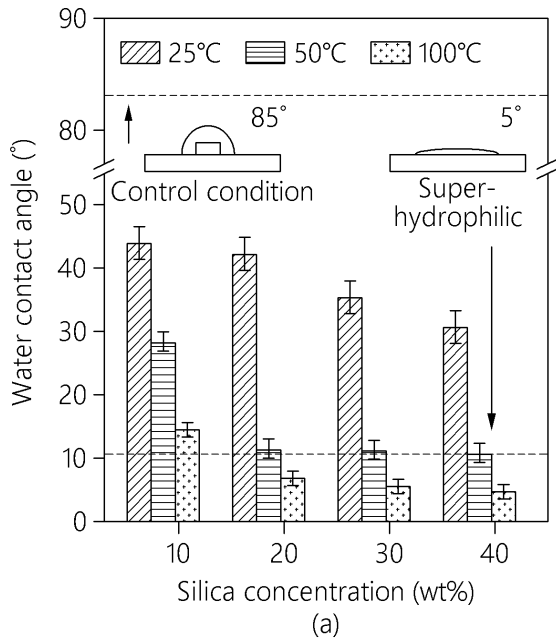


(a)

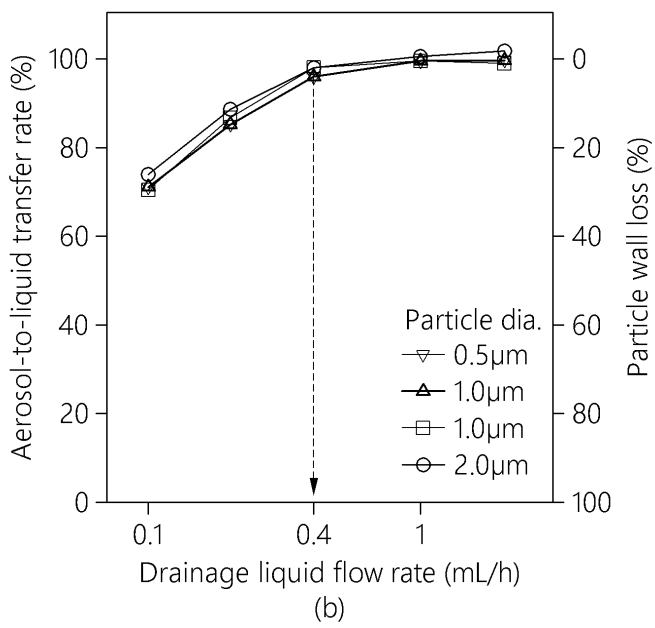
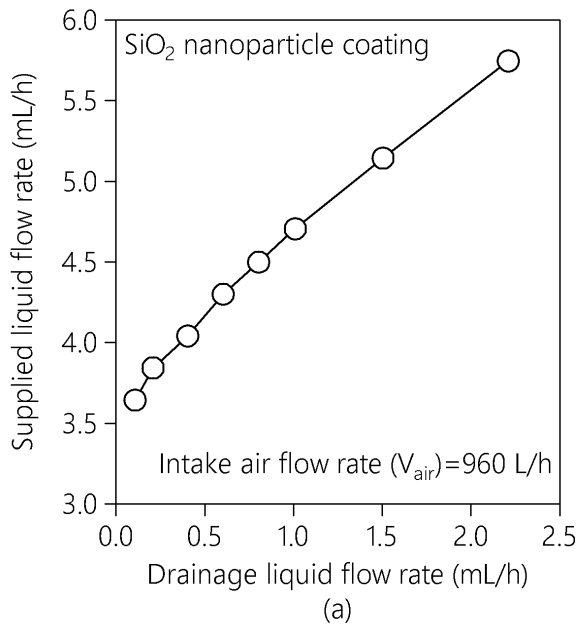


(b)

도면8



도면9



도면10

