(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0060749
(43) 공개일자 2021년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 13/00 (2018.01)
(52) CPC특허분류
B01J 13/0095 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0148144
(22) 출원일자 2019년11월19일
심사청구일자 2019년11월19일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
신원규
대전광역시 서구 청사로 70, 109-1104
김종헌
경상북도 포항시 북구 우창동로 76, 104동 503호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
추혁

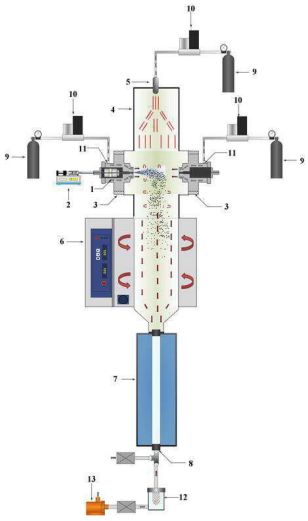
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치**

(57) 요 약

분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치가 개시되어 있다. 본 발명은, 분무된 액적을 건조시키기 위해 액적과 이송기체가 유동하는 건조챔버; 상기 건조챔버의 일측벽에 설치되는 한 쌍의 수평형 마운트블록; 상기 건조챔버의 내부에 액적을 수평하게 분무하기 위해 상기 수평형 마운트 블록에 그와 동심 형태로 설치되는 초음파노즐; 이송기체를 통해 쉬스 유동을 할 수 있도록 하기 위해, 상기 수평형 마운트블록의 초음파노즐 주위에 설치되는 공기유로; 건조챔버 내부로 온도를 상승시킨 가스를 주입시키기 위해, 상기 건조챔버의 상단에 설치되는 열풍기; 상기 건조챔버의 하단에 설치되어 건조챔버로부터 액적이 증발하여 생성된 증기를 흡착시켜 수분이 제거된 입자를 얻을 수 있도록 하는 실리카겔 디퓨전 드라이어; 및 상기 실리카겔 디퓨전 드라이어의 후단에 설치되어 에어로졸 입자를 포집하는 입자포집필터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

강신욱

대전광역시 서구 관저북로 80, 201동 301호

이한얼

대전광역시 서구 월평동로 83, 102-1008

김병준

충청북도 충주시 봉계5길 12, 성광연립 나동 303호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NRF-2016R1D1A1B03933910
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공분야기초연구-기본연구
연구과제명	잉크젯 방식 단분산 바이오에어로졸 입자 발생장치 개발 및 응용에 관한 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교
연구기간	2016.11.01 ~ 2019.10.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치에 있어서,

분무된 액적을 건조시키기 위해 액적과 이송기체가 유동하는 건조챔버;

상기 건조챔버의 일측벽에 설치되는 한 쌍의 수평형 마운트블록;

상기 건조챔버의 내부에 액적을 수평하게 분무하기 위해 상기 수평형 마운트 블록에 그와 동심 형태로 설치되는 초음파노즐;

이송기체를 통해 쉬스 유동을 할 수 있도록 하기 위해, 상기 수평형 마운트블록의 초음파노즐 주위에 설치되는 공기유로;

건조챔버 내부로 온도를 상승시킨 가스를 주입시키기 위해, 상기 건조챔버의 상단에 설치되는 열풍기;

상기 건조챔버의 하단에 설치되어 건조챔버로부터 액적이 증발하여 생성된 증기를 흡착시켜 수분이 제거된 입자를 얻을 수 있도록 하는 실리카겔 디퓨전 드라이어; 및

상기 실리카겔 디퓨전 드라이어의 후단에 설치되어 에어로졸 입자를 포집하는 입자포집필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 한 쌍의 수평형 마운트 블록은, 상기 건조챔버의 일측벽에 서로 대향하여 설치되고,

상기 초음파노즐은 상기 건조챔버의 내부에 액적을 수평하게 분무하기 위해 상기 한 쌍의 수평형 마운트 블록 중 어느 하나에 설치되며,

상기 공기유로는 이송기체를 통해 쉬스 유동을 할 수 있도록 각각의 수평형 마운트블록에 서로 대향하도록 설치되는 것을 특징으로 하는 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 열풍기에는 질소가스탱크와 가스유량제어기가 결합되어 있는 것을 특징으로 하는 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 수평형 마운트 블록이 설치된 건조챔버의 하단에는 오븐이 상기 건조챔버의 외부를 둘러싸도록 설치되는 것을 특징으로 하는 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 입자포집필터를 통해서 포집되는 입자의 양을 조절하기 위하여, 진공펌프가 상기 입자포집필터에 연결되어 설치되는 것을 특징으로 하는 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 분무건조법을 이용한 입자생성장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 생성하고자 하는 물질의 용액을 액적분사장치을 이용하여서 액적형태로 분사시키고 액적이 열원에 의해 고온을 유지하는 건조챔버를 거치게 되면서 용액은 증발되고 남은 입자가 뭉쳐져서 건조된 입자형태로 생성하거나 KCl 또는 NaCl 용액을 뿌리면 분무 후에 이온 결정화 과정을 거쳐 입자를 생성할 수 있는 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적인 입자를 발생시킬 수 있는 장비들은 주로 애토마이저, 진동오리피스에어로졸발생기(VOAG), 잉크젯모듈, 초음파분무기 등으로 있다. 애토마이저는 공기의 압력으로 액적을 발생시키는 장치지만 수십에서 수백나노미터의 입자를 만들 수 있었지만 수 마이크로 미터의 입자를 발생시키기 어려운 점이 있다. VOAG는 오리피스 형상을 이용하여 단분산 입자를 발생시킬 수 있는 장비지만 노즐 출구의 막힘현상 때문에 지속적으로 입자를 발생시키기 어려운 점이 있다. 잉크젯 모듈은 내부 진동자의 파형과 주파수를 조정하여 단분산 입자를 발생시키는 장비지만 액적의 생성속도가 낮아서 많은 양의 입자를 발생시키기 어려운 점이 있다. 액적분사장치은 내부 진동자의 주파수의 진동에 따라 수 마이크로미터의 균일한 입도 분포를 갖고 많은 양의 액적을 발생시킬 수 있다. 초음파 노즐에서 발생된 액적을 대상으로 건조된 분말을 생성하기 위해 입자생성장치는 노즐을 이용하여 수용액 또는 슬러리를 액적의 형태로 발생시키고, 이를 건조시키기 위해 주입하는 가스를 히터를 통해 가열한 후 건조챔버로 공급하거나 수분 흡수를 잘 할 수 있는 건조기를 통과시키는 방식으로 건조된 입자를 만들 수 있다.

[0003] 이 방법과 같이 장치를 구성하는 경우 이송기체가 히터를 지나게 되어 건조챔버에 도달하게 되면 추가적인 열량을 공급할 수 없게 되므로 이송기체의 온도가 점점 하락하는 문제점이 있다. 또한 노즐을 통해 액적을 분무하는 경우 넓은 분사각으로 인해 건조챔버 벽면으로부터 손실될 뿐만 아니라 분무된 액적이 건조챔버에서 재순환으로 인해서도 손실이 일어날 수 있는 단점이 있다. 따라서 보다 효율적으로 입자를 발생시키기 위한 노력이 꾸준히 시도되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 1. 대한민국 등록특허 제10-1970470호 (2019.04.15)

(특허문헌 0002) 2. 대한민국 등록특허 제10-1880349호 (2017.12.06)

비특허문헌

[0005] (비특허문헌 0001) Stein, S. W., Gabrio, B. J., Oberreit, D., Hairston, P., Myrdal, P. B., & Beck, T. J. (2002). An evaluation of mass-weighted size distribution measurements with the model 3320 aerodynamic particle sizer. Aerosol Science and Technology, 36, 845-854.

(비특허문헌 0002) Lee, Haneol, Jeong, Young-Su, Choi, Kibong, & Shin, Weon Gyu (2017). The effect of sheath flow rate on the particle trajectory inside an optical cavity with direct flow configuration. Journal of Aerosol Science. 114, 146-156.

(비특허문헌 0003) Lee, Yao-Chuan, Jeng, Fu-Tien, & Chen, Chih-Chieh (2008). Technique for aerosol generation with controllable micrometer size distribution. Chemosphere. 73(5), 760-767.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 액적을 분무하는 액적분사장치을 건조챔버의 측면에 설치하고 이송기체의 쉬스 유동(sheath

flow)을 위한 한 쌍의 공기유로를 서로 대향하도록 설치함으로써, 분무되는 액적을 건조챔버의 센터라인 쪽으로 집중시켜 액적이 벽면에 충돌하여 발생하는 손실을 줄일 수 있도록 한 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치를 제공하는 데 있다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 상기 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 건조챔버를 오븐안에 위치시켜 오븐 안에서의 열전달을 통해 건조챔버 내부의 온도를 상승시킴으로써, 건조챔버 내부의 온도를 항상 일정하게 유지할 수 있도록 한 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치는,

[0009] 분무된 액적을 건조시키기 위해 액적과 이송기체가 유동하는 건조챔버; 상기 건조챔버의 일측벽에 설치되는 한 쌍의 수평형 마운트블록; 상기 건조챔버의 내부에 액적을 수평하게 분무하기 위해 상기 수평형 마운트 블록에 그와 동심 형태로 설치되는 초음파노즐; 이송기체를 통해 쉬스 유동을 할 수 있도록 하기 위해, 상기 수평형 마운트블록의 초음파노즐 주위에 설치되는 공기유로; 건조챔버 내부로 온도를 상승시킨 가스를 주입시키기 위해, 상기 건조챔버의 상단에 설치되는 열풍기; 상기 건조챔버의 하단에 설치되어 건조챔버로부터 액적이 증발하여 생성된 증기를 흡착시켜 수분이 제거된 입자를 얻을 수 있도록 하는 실리카겔 디퓨전 드라이어; 및 상기 실리카겔 디퓨전 드라이어의 후단에 설치되어 에어로졸 입자를 포집하는 입자포집필터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 한 쌍의 수평형 마운트 블록은, 상기 건조챔버의 일측벽에 서로 대향하여 설치되고,

[0012] 상기 초음파노즐은 상기 건조챔버의 내부에 액적을 수평하게 분무하기 위해 상기 한 쌍의 수평형 마운트 블록 중 어느 하나에 설치되며,

[0013] 상기 공기유로는 이송기체를 통해 쉬스 유동을 할 수 있도록 각각의 수평형 마운트블록에 서로 대향하도록 설치되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기 건조챔버의 상단에는 건조챔버 내부로 온도를 상승시킨 가스를 주입시키기 위한 열풍기를 더 설치하며, 상기 열풍기에는 질소가스탱크와 가스유량제어기가 결합되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 수평형 마운트 블록이 설치된 건조챔버의 하단에는 오븐이 상기 건조챔버의 외부를 둘러싸도록 설치되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기 입자포집필터를 통해서 포집되는 입자의 양을 조절하기 위하여, 진공펌프가 상기 입자포집필터에 연결되어 설치되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따르면, 기존의 방식대로 이송기체를 히터를 통과시켜 가열시킨 후 건조챔버로 주입하여 건조챔버 내부의 온도를 조절하는 것이 아닌 추가적인 오븐을 통해 건조챔버 내부의 온도를 조절하는 방법은 건조챔버의 내부의 온도를 균일하게 유지할 수 있는 장점이 있다. 또한 분무용 액적분사장치을 입자생성장치의 상방에 설치하여 건조챔버에 하방으로 액적을 주입하여 건조된 입자를 얻는 것이 아니라, 건조챔버의 측면에 수평으로 분무노즐을 설치하고 추가적인 공기유로 한 쌍을 서로 대향하도록 설치하여 이송기체가 쉬스유동(sheath flow) 역할을 해 분무된 액적을 건조챔버의 센터라인 쪽으로 집중시킴으로써, 액적이 벽면에 충돌하여 발생하는 손실을 줄이는 역할을 하므로 이전보다 입자를 많이 발생시킬 수 있는 효과가 있다.

[0021] 본 발명에 따르면, 이송기체의 쉬스 유동에 의한 공기의 압력으로 액적을 발생시키는 장치인 애토마이저보다 수 마이크로 미터의 입자를 더 많이 발생시킬 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명에 따른 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치의 개략도이다.

도 2는 본 발명에 따른 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치에서 쉬스 유동을 위한 공기유로를 확대하여 도시한 확대도이다.

도 3은 본 발명의 쉬스 유동 유무에 따른 액적의 유동을 도식적으로 나타낸 도면이다. (a)는 본 발명에 따른 쉬스 유동을 수행하였을 때 나타나는 액적의 유동을 도시한 도면이고, (b)는 본 발명에 따른 쉬스 유동을 수행하지 않았을 때 나타나는 액적의 유동을 도시한 도면이다.

도 4는 애토마이저에서 발생된 입자와 본 발명에 따라 생성된 입자의 발생량을 비교하여 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자생성장치를 도시한 도면이다.

[0025] 본 발명이 제안하는 새로운 분무건조법을 이용한 입자생성장치는 이송기체를 히터를 통해 가열한 후 건조챔버에 주입시키고 건조챔버를 오븐안에 위치시켜 오븐 안에서의 열전달을 통해 건조챔버 내부의 온도를 상승시킨 후 유지할 수 있도록 한다. 주입되는 가스는 히터와 오븐을 통해 히팅이 되고 건조챔버 내부의 온도를 균일하게 만들어준다. 또한, 초음파노즐이 건조챔버의 상단에 설치되어 하방으로 분사하는 구조가 아니고, 건조챔버의 측면에 설치되어 액적을 수평방향으로 분무하는 구조라서 액적이 히터와 오븐으로부터 열전달을 충분히 받을 수 있는 구조인 것이다.

[0026] 또한, 초음파노즐과 초음파노즐 반대편에 수평으로 설치된 추가적인 공기유로를 통해 이송기체를 주입하는 구조를 이룬다. 이 때 추가적인 공기유로에서 흐르는 가스는 쉬스유동(sheath flow) 역할을 하며 노즐에서 분무되는 액적을 건조챔버의 센터라인으로 모아주는 역할을 하게 된다. 초음파노즐에 의해 분무된 액적들이 건조챔버내에서 제어된 유동으로 이송되며 액적에 포함된 수분은 충분히 증발하고 남은 입자들이 건조모듈 밖으로 나오게 된다.

[0028] 도 1은 본 발명에 따른 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치의 개략도이고, 도 2는 본 발명에 따른 분무건조법을 이용한 에어로졸 입자 생성장치에서 쉬스 유동을 위한 공기유로를 확대하여 도시한 확대도이다.

[0029] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 에어로졸 입자 생성장치는, 크게 분무된 액적을 건조시키기 위해 액적과 이송기체가 유동하는 건조챔버(4), 상기 건조챔버(4)의 일측벽에 서로 대향하여 설치되는 한 쌍의 수평형 마운트블록(3), 상기 건조챔버(4)의 내부에 액적을 수평하게 분무하기 위해 상기 한 쌍의 수평형 마운트블록(3) 중 어느 하나에 설치되는 초음파노즐(1), 각각의 수평형 마운트블록(3)에 서로 대향하도록 설치되어 이송기체를 통해 쉬스 유동을 할 수 있도록 하는 공기유로(11), 상기 건조챔버(4)의 하단에 설치되어 건조챔버(4)로부터 액적이 증발하여 생성된 증기를 흡착시켜 수분이 제거된 입자를 얻을 수 있도록 하는 실리카겔 디퓨전 드라이어(7) 및 상기 실리카겔 디퓨전 드라이어(7)의 후단에 설치되어 에어로졸 입자를 포집하는 입자포집필터(8)를 포함한다.

[0031] 상기 건조챔버(4)의 상단에는 열풍기(5)가 설치되어서 상기 건조챔버(4) 내부로 온도를 상승시킨 가스를 주입시킬 수 있는 역할을 한다. 따라서, 상기 열풍기(5)에는 질소가스탱크(9)와 가스유량제어기(10)가 결합되어 설치되어 있다.

[0032] 상기 수평형 마운트 블록(3)이 설치된 건조챔버(4)의 하단에는 오븐(6)이 건조챔버(4)의 외부를 둘러싸도록 설치되어서, 상기 건조챔버(4) 내부의 온도를 올려주고, 상기 열풍기(5)에 의해 온도가 상승된 가스의 온도를 유지시켜 주는 역할을 한다.

[0033] 상기 오븐(6)에는 제어부가 설치됨으로써, 상기 제어부를 통해서 상기 오븐(6)을 작동시키면, 상기 오븐(6)의 내부 온도가 상승하게 되고, 상승된 오븐(6) 내부의 공기는 열전달을 통해서 상기 건조챔버(4)의 온도를 상승시키거나 유지시킬 수 있는 것이다.

[0034] 이때, 상기 건조챔버(5)의 내부온도는 오븐(6)의 온도를 조절함으로써 제어할 수 있다.

[0036] 상기 수평형 마운팅 블록(3)에 설치되는 공기유로(11)에는 질소가스탱크(9)와 가스유량제어기(10)가 연결되어 있다. 상기 질소가스탱크(9)로부터 가스를 발생시키고, 상기 가스유량제어기(10)를 통해 상기 공기유로(11)로 이송기체를 주입하고 쉬스유동을 할 수 있도록 한다.

[0037] 이때, 상기 가스유량제어기(10)를 통해 쉬스 유동량을 조절할 수 있고, 조절된 유량으로 분무된 쉬스 유동은 분무된 액적이 벽으로부터의 손실이 발생하는 것을 방지할 수 있는 것이다.

[0039] 상기 초음파노즐(1)은 80kHz ~ 120kHz 초음파를 이용하여 용액을 액적으로 형성하여 분무할 수 있다.

[0040] 상기 초음파노즐(1)의 외벽 주위로 공기유로(11)가 연통되도록 설치되어서, 상기 공기유로(11)를 통해서 이송기체가 이동하게 된다. 따라서 상기 이송기체는 상기 초음파노즐(1)의 외벽을 따라 흐르면서 쉬스 유동(sheath flow)을 하게 되고, 건조챔버(4)로 주입되면서 상기 초음파노즐(1)로부터 분사되는 액적을 건조챔버의 센터라인 쪽으로 집중시킬 수 있는 것이다.

[0041] 즉, 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이, 초음파노즐(1)로부터 액적이 분사됨과 동시에 서로 대향하고 있는 수평형 마운트 블록(3)에 설치된 공기유로(11)로부터 주입되는 이송기체가 액적을 건조챔버(4)의 센터라인 쪽으로 모을 수 있는 것이다. 이 상태에서 상기 열풍기(5)로부터 주입되는 가스를 통해 상기 액적은 하방으로 이동할 수 있는 것이다.

[0042] 만약에 도 3의 (b)에서와 같이, 본 발명에 따른 쉬스 유동을 수행하지 않았을 때에는 초음파노즐(1)로부터 분사되는 액적은 건조챔버(4)의 벽면까지 분무되어 벽면과 충돌하면서 손실될 수 있는 것이다.

[0044] 상기 건조챔버(4)는 원통형으로 구성되는 것이 바람직하며, 상기 초음파노즐(1)로부터 분무된 액적은 온도가 올라간 이송기체에 의해 수분은 증발하게 되고 남은 입자가 뭉쳐져서 하단을 통해서 상기 실리카겔 디퓨전 드라이어(7)로 이송하게 된다.

[0045] 상기 실리카겔 디퓨전 드라이어(7)는 이송된 건조된 액적으로부터 생성된 증기를 흡착시켜 수분이 제거된 입자를 얻을 수 있다. 상기 입자는 에어로졸 입자출구(8)을 통해서 빠져나올 수 있다.

[0047] 또한, 상기 에어로졸 입자출구(8)를 통해서 빠져나온 입자는 입자포집필터(12)를 통해서 포집될 수 있으며, 이때 포집되는 양은 진공펌프(13)의 유량을 조절함으로써 조절될 수 있다.

[0049] <실시예>

[0050] 애토마이저에서 발생된 입자는 주로 2㎛ 이하의 직경을 가지며 그 이상의 크기를 만들기 어려운 반면에, 본 발명에 따른 초음파노즐을 이용하여 분무된 액적은 건조챔버와 실리카겔 디퓨전 드라이어를 지나면서 입자를 발생시킬 수 있었고 쉬스유동의 작용으로 인해 2㎛ 이상 크기를 갖는 입자의 발생량을 고 농도로 발생시킬 수 있다. 이와 관련한 결과 그래프가 도 4에 도시되어 있다.

[0052] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

[0053] 1: 초음파노즐

2: 시린지펌프

3: 수평형 마운트 블록

4: 건조챔버

5: 열풍기

6: 오븐

7: 실리카겔 디퓨전 드라이어

8: 에어로졸 입자 출구

9: 질소가스탱크

10: 가스유량제어기

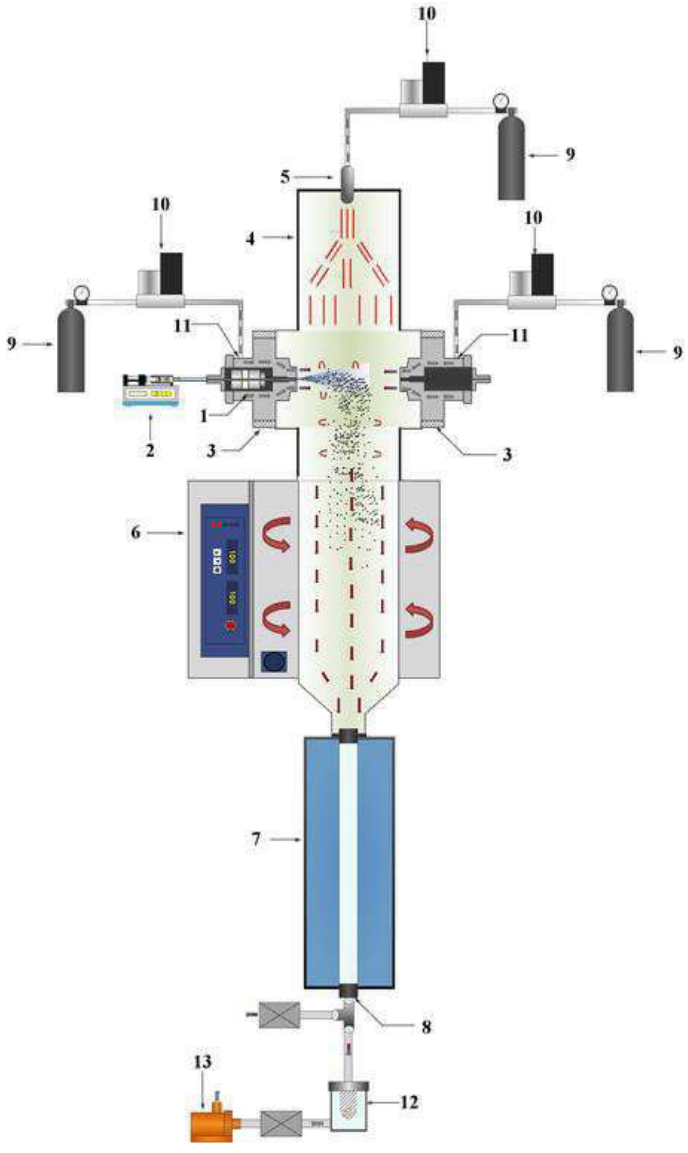
11: 공기유로

12: 입자포집필터

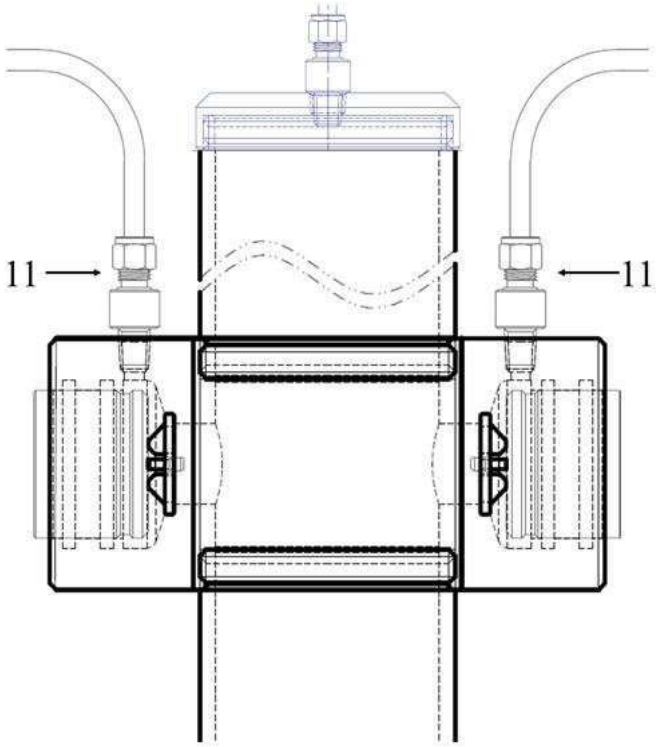
13: 진공펌프

도면

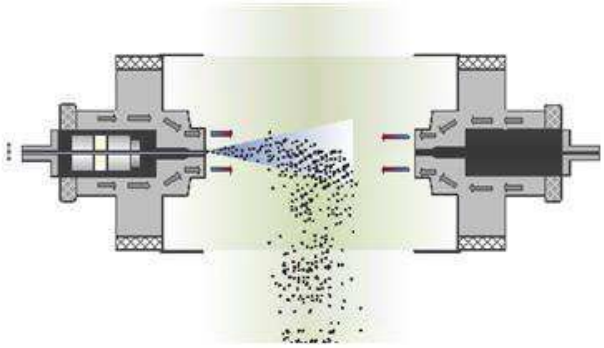
도면1



도면2

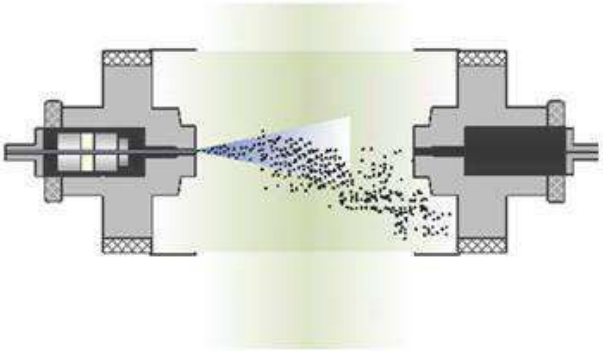


도면3a



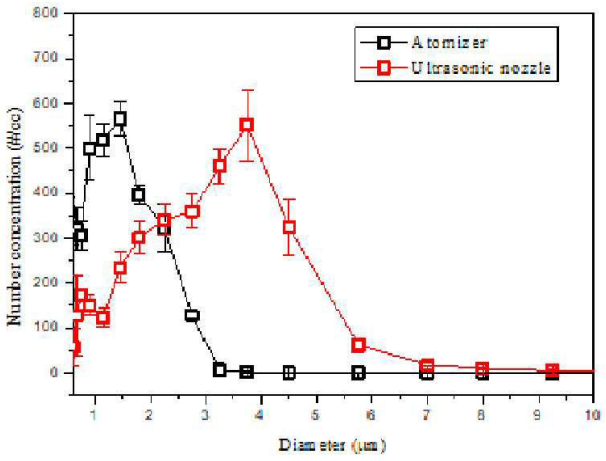
(a)

도면3b



(b)

도면4


Atomizer
Ultrasonic nozzle
Number concentration (#/cc)
Diameter (μm)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10