(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월01일
(11) 등록번호 10-2536496
(24) 등록일자 2023년05월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 1/22 (2006.01) *G01N 1/24* (2006.01)
G01N 1/40 (2006.01) *G01N 30/72* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 1/2205 (2013.01)
G01N 1/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0125671
(22) 출원일자 2022년09월30일
심사청구일자 2022년09월30일
(56) 선행기술조사문헌
CN206420682 U*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
서강대학교 산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
오한빈
경기도 고양시 일산동구 산두로 175번길 26-6 (정발산동)
이한별
서울특별시 성북구 고려대로 2길 53, 402호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 공간

전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 권준형

(54) 발명의 명칭 **공기 중 분사되는 사차 암모늄 염의 농도 측정을 위한 수동 채취기 및 이를 이용한 사차 암모늄 염 농도의 측정 방법**

(57) 요 약

공기 중 분사되는 사차 암모늄 염의 농도 측정을 위한 수동 채취기 및 이를 이용한 사차 암모늄 염 농도의 측정 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 보다 간편하면서도 효과적으로, 공기 중 분사되는 사차 암모늄 염의 농도 측정이 가능한 수동 채취기 및 이를 이용한 사차 암모늄 염 농도의 측정 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01N 1/40 (2013.01)
G01N 30/72 (2013.01)
(72) 발명자
이상탁
경기도 화성시 동탄대로 시범길 134, 1507동 2402호
권정환
서울특별시 종로구 창의문로 12길 34

(56) 선행기술조사문헌
JP6785789 B2*
KR1020210020354 A*
KR100572277 B1
KR102307823 B1
JP2007524810 A
WO2011136329 A1
JP2015000363 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1485018514
과제번호	ARQ202101058002
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	secret project
연구사업명	secret project
연구과제명	secret project
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서강대학교
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도 측정을 위한 수동 채취기에 있어서,

공기 중 수용액 또는 유기 용매와 함께 분사되는 사차 암모늄 염이 통과 가능한 상부 필터 및 하부 필터;

상기 상부 필터와 하부 필터 사이에 위치하며, 상기 사차 암모늄 염을 포집할 수 있는 고분자 재질의 소수성 흡착 소재; 및

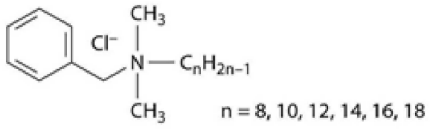
상기 상부 필터와 하부필터를 감싸는 상부 하우징 및 하부 하우징;을 포함하며,

상기 소수성 흡착 소재는 스티렌 및 디비닐벤젠의 공중합체로부터 유래된 고분자 소재이고,

상기 소수성 흡착 소재의 비표면적은 200 ~ 400 m^2/g이며, 기공 부피는 0.3 ~ 0.9 mL/g 이고, 평균 기공 크기는 50 ~ 120 Å이며,

상기 사차 암모늄 염은 하기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염의 혼합물이고,

[화학식 A]



(상기 화학식 A에서 n은 8, 10, 12, 14, 16 및 18 중에서 선택되는 어느 하나이다.)

상기 소수성 흡착 소재는 다공성 그래뉼 형태로서, 20 ~ 60 범위의 메쉬(mesh)의 내부에 함유되는 것을 특징으로 하는, 사차 암모늄 염의 농도 측정을 위한 수동 채취기.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 상부 하우징은 상부필터를 지지하는 상부필터 지지대를 포함하고,

또한, 상기 하부 하우징은 하부필터를 지지하는 하부필터 지지대를 포함하며,

상부 하우징과 하부 하우징은 각각의 말단이 나사산 방식에 의한 돌기와 홈에 의해 착탈이 가능하며,

상기 돌기와 홈의 결합에 의해 상부 필터 및 하부필터를 밀착시켜 결합시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 수동 채취기.

청구항 7

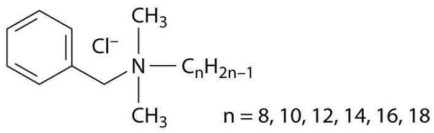
제1 항에 있어서,

상기 수동 채취기의 일측면을 깔대기 구조로 설계하여 능동채취기의 에어펌프 연결부와 결합시키는 경우 수동채취기 또는 능동채취기로 모두 활용가능한 것을 특징으로 하는 수동 채취기.

청구항 8

a) 제1항, 제6항 내지 제7항 중 어느 한 항에 기재된 수동채취기를 이용하여 수용액 또는 유기용매와 함께 공기 중에서 분사된, 하기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염의 혼합물을 포집하는 단계;

[화학식 A]



상기 화학식 A에서 n은 8, 10, 12, 14, 16 및 18 중에서 선택되는 어느 하나이다.

b) 상기 수동 채취기내 상부 필터 및 하부 필터;와 소수성 흡착 소재를 유기 용매에 투하하여 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염의 혼합물을 추출하고, 이로부터 유기용매를 제거한 후, 물에 재분산시켜 수용액을 제조하는 단계;

c) 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 화합물의 중수소 치환된 화합물을 내부 표준물질로 혼합하며, 미리 알려진 농도의 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 화합물을 샘플링하여 5 내지 50개를 준비하여 이를 질량분석기를 이용하여 질량분석 스펙트럼을 얻고 이를 이용하여 농도별 검정곡선을 구하는 단계;

d) 상기 b) 단계에서 얻어진 수용액을 액체크로마토그래피-질량분석기를 이용하여 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염 혼합물내 각각의 화합물의 질량분석 스펙트럼을 얻는 단계; 및

e) 상기 c) 단계에서 얻어진 검정곡선을 이용하여, 상기 d) 단계에서 얻어진 사차 암모늄 화합물의 질량분석 스펙트럼으로부터, 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도를 획득하는 단계;를 포함하는, 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도 측정 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 c) 단계에서의 농도별 검정곡선은 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염 혼합물내 각각의 개별 화합물의 질량분석 스펙트럼의 피크면적 값을 모두 합하여 검정곡선을 얻는 것을 특징으로 하는, 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도 측정 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 c) 단계에서의 내부 표준물질은 d_5-BAB-C14 인 것을 특징으로 하는, 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도 측정 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 c) 단계 및 d) 단계에서의 질량분석 스펙트럼은 선택 반응 분석법(Selected Reaction Monitoring)에 의해 얻어지는 것을 특징으로 하는, 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도 측정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 공기 중 분사되는 사차 암모늄 염의 농도 측정을 위한 수동 채취기 및 이를 이용한 사차 암모늄 염 농도의 측정 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 보다 간편하면서도 효과적으로, 공기 중 분사되는 사차 암모늄 염의 농도 측정이 가능한 수동 채취기 및 이를 이용한 사차 암모늄 염 농도의 측정 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

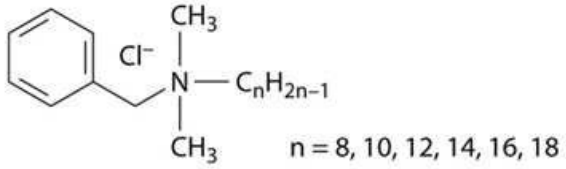
[0002] 수동채취기는 특정한 공간 내의 타겟 물질을 포집 및 측정을 가능하게 하는 장치로서, 설계가 간단하고 저렴하며 준비하기 용이해야 하고, 또한 측정하고자 하는 화학물질에 대해 선택적이고 민감하게 적용하며 분석할 수 있어야 한다.

[0003] 예컨대, 수동채취기는 주로 환경오염 물질이나 생활환경 물질에서 특정한 화학물질을 포집하는데 사용되고 있으며 살충제, 제초제, 약물 등의 물질을 분석하는데 수동채취기를 사용할 수 있다.

[0004] 위와 같은 수동채취기를 이용하여 원하는 타겟 물질을 포집하기 위해서는 적절한 노출 시스템을 통한 수동채취기 교정이 필요한데, 이러한 수동채취기의 교정 방법은 크게 정적 교정, 발전된 정적 교정, 흐름 교정으로 나뉜다. 여기서, 상기 정적 교정은 닫힌 계 내에서 실험 전에 분석물질을 주입한 후 이를 포집하는 것으로, 이 방법은 포집 물질이 매우 안정적이고 교정시간이 짧을 때 사용될 수 있으며, 발전된 정적 교정은 동일하게 닫힌 계 내에서 수행되지만 물질이 지속적인 간격을 두고 주입된다는 차이가 있으며, 이 방법은 간단하기 때문에 수동채취기 교정에 가장 많이 사용되는 방법이다. 또한 상기 흐름교정은 열린 계에서 충분한 양의 분석물질을 계속 노출시키며 교정을 진행하는 것으로, 이 방법은 다른 방법과 비교하여 수행하기 어렵지만 실제 환경 조건을 보다 잘 반영하기 위해 사용된다.

[0005] 최근, COVID 19의 발발로 전세계적으로 방역이 매우 중요한 이슈로 여겨지고 있는 바, 다양한 방역물질 중 가장 많이 쓰이는 화학종은 사차암모늄인 벤잘코니움 클로라이드(Benzalkonium chloride)으로서, 이는 피부 자극과 알레르기를 일으킬 수 있고, 또한 장기 노출에 따른 인체 유해성이 검증되지 않아 위해성 평가가 진행되어야 하는 필요성이 대두되고 있다.

[0006] 아래 그림 A에서는 사차암모늄 염의 일종인 벤잘코니움 클로라이드(Benzalkonium chloride, BKC)의 구조를 나타내었으며, 상기 벤잘코니움 클로라이드(BKC)는 알킬다이메틸벤질암모늄(alkyldimethylbenzylammonium) 유형의 화합물로서, 구조 내 n의 개수에 따라 탄소사슬의 길이가 달라지며 C8, C10, C12, C14, C16, C18이 특정한 비율로 섞인 화합물로 사용되고 있으며, 통상적으로 정상적인 마이셀을 형성하여 거품을 형성하며 살균을 하는 계면활성제로서, 주로 세정제, 살균제, 안과용 약물, 공기중 분사를 위한 방역 물질로 사용되고 있다.



[0007]

[0008] **<그림 A : Benzalkonium chloride(BKC) 구조>**

[0009]

[0010] 따라서, COVID 19의 확산 등에 따른 방역의 활성화에 따라 벤잘코니움 클로라이드(BKC)와 같은 사차 암

모늄염의 공기 중 농도 측정은 환경적으로 인체 위해성 등의 측정을 위하여 매우 중요한 지표로 활용될 수 있으며, 관련 사용자 및 이에 노출된 일반인들에 대한 사차암모늄 노출량 평가가 필수적이나, 현재까지 상기 사차암모늄염의 공기 중 농도 측정에 대한 구체적 방식에 개시된 문헌은 알려지지 않은 상태이다. 특히, 실내 공기에서의 사차 암모늄 염 농도 측정을 위해 많은 수의 채취기가 필요한데, 이를 위한 다수의 채취기 준비를 위한 경제적 이유와 실내 공기의 인위적 섭동을 막기 위해 능동채취기 보다는 수동채취기가 선호되나, 이러한 수동채취기를 사용하여 공기 중 농도 측정을 진행하는 방식이 알려지지 않고 있다.

[0011] 한편, 질량분석기는 화합물의 질량을 측정하는 분석기기로서, 분석대상 화합물을 하전시켜 이온화한 후 질량 대 전하량(mass-to-charge; m/z)을 측정하여 화합물의 분자량을 결정하도록 설계되어 있으며, 싱글 분자 또는 저분자 혼합물 형태의 질량 분석을 통해 샘플의 농도 및 구조 등을 분석할 수 있다.

[0012] 따라서, 상기 벤잘코니움 클로라이드(BKC)와 같은 사차 암모늄 염의 공기 중 농도 측정을 위해 개선된 특성을 지니며, 보다 간편하게 제작 가능한 수동 채취기의 개발이 필요하며, 또한 이를 이용한 신규한 사차 암모늄염의 농도 측정방법의 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-0337067호(공고일:2002.05.16)

(특허문헌 0002) 공개특허공보 제10-2021-0004233 호(공개일:2021.01.13)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 방역의 활성화에 따른 벤잘코니움 클로라이드(BKC) 등의 사차 암모늄 염의 공기 중 농도 측정을 보다 용이하면서도 간편하게 수행하기 위한 수동 채취기를 제공하는 것을 발명의 목적으로 한다.

[0015] 또한 본 발명은 질량분석법을 통한, 상기 수동 채취기를 이용한 신규한 사차 암모늄 염의 농도 측정방법을 제공하는 것을 발명의 또 다른 목적으로 한다.

[0016]

과제의 해결 수단

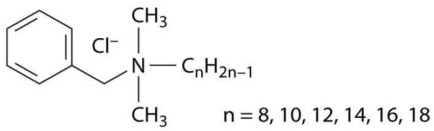
[0017] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도 측정을 위한 수동 채취기에 있어서, 공기 중 수용액 또는 유기 용매와 함께 분사되는 사차 암모늄 염이 통과 가능한 상부 필터 및 하부 필터; 상기 상부 필터와 하부 필터 사이에 위치하며, 상기 사차 암모늄 염을 포집할 수 있는 고분자 재질의 소수성 흡착 소재; 및 상기 상부 필터와 하부필터를 감싸는 상부 하우징 및 하부 하우징;을 포함하며, 상기 소수성 흡착 소재는 다공성 그래뉼 형태로서, 10 ~ 90 범위의 메쉬(mesh)의 내부에 함유되는 것을 특징으로 하는, 사차 암모늄 염의 농도 측정을 위한 수동 채취기를 제공한다.

[0018] 일 실시예로서, 상기 소수성 흡착 소재는 스티렌 및 디비닐벤젠의 공중합체로부터 유래된 고분자 소재일 수 있다.

[0019] 일 실시예로서, 상기 소수성 흡착 소재의 비표면적은 200 ~ 400 m^2/g 의 범위일 수 있다.

[0020] 일 실시예로서, 상기 사차 암모늄 염은 하기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염의 혼합물일 수 있다.

[0021] [화학식 A]



[0022]

[0023] 상기 화학식 A에서 n은 8, 10, 12, 14, 16 및 18 중에서 선택되는 어느 하나이다.

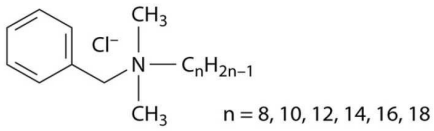
[0024] 일 실시예로서, 상기 수성 흡착 소재의 기공 부피는 0.3 ~ 0.9 mL/g 이고, 평균 기공 크기는 50 ~ 120 ㅊ 의 범위일 수 있다.

[0025] 일 실시예로서, 상기 상부 하우징은 상부필터를 지지하는 상부필터 지지대를 포함하고, 또한, 상기 하부 하우징은 하부필터를 지지하는 하부필터 지지대를 포함하며, 상부 하우징과 하부 하우징은 각각의 말단이 나사산 방식에 의한 돌기와 홈에 의해 착탈이 가능하며, 상기 돌기와 홈의 결합에 의해 상부 필터 및 하부필터를 밀착시켜 결합시킬 수 있다.

[0026] 일 실시예로서, 상기 수동 채취기의 일측면을 깔대기 구조로 설계하여 능동채취기의 에어펌프 연결부와 결합시키는 경우 수동채취기 또는 능동채취기로 모두 활용가능하도록 할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 상기 수동채취기를 이용하여 수용액 또는 유기용매와 함께 공기 중에서 분사된, 하기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염의 혼합물을 포집하는 단계;

[0028] [화학식 A]



[0029]

[0030] 상기 화학식 A에서 n은 8, 10, 12, 14, 16 및 18 중에서 선택되는 어느 하나이다.

[0031] b) 상기 수동 채취기내 상부 필터 및 하부 필터;와 소수성 흡착 소재를 유기 용매에 투하하여 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염의 혼합물을 추출하고, 이로부터 유기용매를 제거한 후, 물에 재분산시켜 수용액을 제조하는 단계; c) 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 화합물의 중수소 치환된 화합물을 내부 표준물질로 혼합하며, 미리 알려진 농도의 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 화합물을 샘플링하여 5 내지 50개를 준비하여 이를 질량분석기를 이용하여 질량분석 스펙트럼을 얻고 이를 이용하여 농도별 검정곡선을 구하는 단계; d) 상기 b) 단계에서 얻어진 수용액을 액체크로마토그래피-질량분석기를 이용하여 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염 혼합물내 각각의 화합물의 질량분석 스펙트럼을 얻는 단계; 및 e) 상기 c) 단계에서 얻어진 검정곡선을 이용하여, 상기 d) 단계에서 얻어진 사차 암모늄 화합물의 질량분석 스펙트럼으로부터, 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도를 획득하는 단계;를 포함하는, 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도 측정 방법을 제공한다.

[0032] 일 실시예로서, 상기 c) 단계에서의 농도별 검정곡선은 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염 혼합물내 각각의 개별 화합물의 질량분석 스펙트럼의 피크면적 값을 모두 합하여 검정곡선을 얻을 수 있다.

[0033] 일 실시예로서, 상기 c) 단계에서의 내부 표준물질은 d_5-BAB-C14 일 수 있다.

[0034] 일 실시예로서, 상기 c) 단계 및 d) 단계에서의 질량분석 스펙트럼은 선택 반응 분석법(Selected Reaction Monitoring)에 의해 얻어질 수 있다.

발명의 효과

[0035] 본 발명에 따른 수동채취기는 스티렌 및 디비닐벤젠의 공중합체로부터 유래된 소수성의 다공성 그래뉼 형태로서, 10 ~ 90 범위의 메쉬(mesh)의 내부에 함유됨으로써, 공기중에서 분사된 사차 암모늄 염을 빠른 시간 내에 간편하고 보다 용이하게 포집할 수 있으며, 또한, 수동 채취기의 일측면을 깔대기 구조로 설계하여 능동채취기의 에어펌프 연결부와 결합시키는 경우 수동채취기 또는 능동채취기로 모두 활용가능할 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명은 상기 수동채취기를 이용하여 얻어진 사차암모늄 염의 샘플의 농도를 보다 정확하면서도 간편하

게 측정할 수 있는 신규한 분석 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 본 발명에 따른 수동채취기의 모식도를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 수동채취기의 측면도 및 평면도를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 수동채취기의 측면도 및 평면도를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 수동채취기의 사차암모늄 염 분사량에 따른 평균 포집량을 도시한 도면이다.

도 5는 화학식 A로 표시되는 사차암모늄 염과 내부 표준물질의 선택 반응 분석법에 따른 질량분석 크로마토그램을 나타낸 도면이다.

도 6은 화학식 A로 표시되는 사차암모늄 염 6종에 따른 각각의 탄소 사슬별 검정곡선과 각 탄소사슬의 피크면적의 합으로 구한 검정곡선을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다. 본문에 개시되어 있는 본 발명의 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시 예들에 한정되는 것으로 해석되지 아니할 것이다.

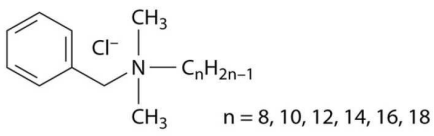
[0039] 또한, 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0040] 또한, 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0041] 본 발명에 따른 수동 채취기는 COVID 19의 확산 등에 따른 건물, 집단 거주시설, 병원 등의 방역의 활성화에 따라 벤잘코니움 클로라이드(BKC)와 같은 사차 암모늄염의 공기 중 농도 측정을 위하여 사차 암모늄염을 포집하는 역할을 하는데 이용될 수 있다.

[0042] 상기 벤잘코니움 클로라이드(BKC)는 아래 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염의 혼합물로서, 화학식 A에서 n은 8, 10, 12, 14, 16 및 18 중에서 선택되는 어느 하나이다.

[0043] [화학식 A]



[0044]

[0045] 본 발명에 따른 수동 채취기는 후술하는 질량분석 방법을 이용하여 사차 암모늄염의 농도 측정을 위한 필수적 포집 도구에 해당되며, 3D 프린터를 이용해 상기 수동채취기를 간편하게 제작할 수 있고, 제작된 수동채취기의 제조 및 구성에 대해 아래에서 자세하게 설명하도록 한다.

[0046] 도 1은 본 발명에 따른 수동채취기의 모식도를 나타낸 도면으로, 상기 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 수동 채취기는 상부 필터(10) 및 하부 필터(20); 소수성 흡착 소재(30); 및 상부 하우징(40) 및 하부 하우징(50);을 포함하며, 상기 소수성 흡착 소재는 다공성 그래뉼(granule) 형태로서, 10 ~ 90 범위의 메쉬(mesh)의 내부에 함유되는 것을 특징으로 한다.

[0047] 여기서, 상기 상부 필터(10) 및 하부 필터(20)는 각각 상기 소수성 흡착 소재를 지지하며, 상기 상부 필터 및 하부 필터내 기공을 통해 공기 중 수용액 또는 유기 용매와 함께 분사되는 사차 암모늄 염이 통과 가능하도록 적절한 크기의 기공을 가지고 있으며, 그 재질은 고분자 소재로서, 나일론, 폴리에스테르, 폴리올레핀 등의 재

질을 사용할 수 있으며, 본 발명에서는 나일론 재질의 필터를 사용하였다.

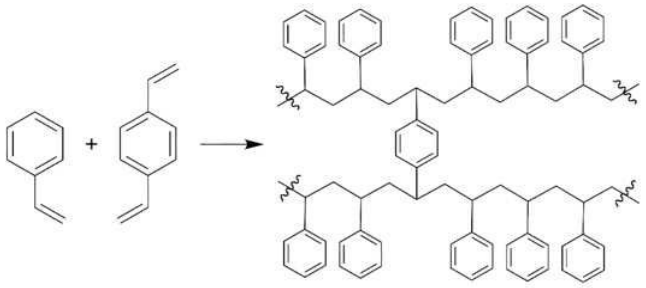
[0048] 상기 상부 필터(10) 및 하부 필터(20) 의 크기는 상기 소수성 흡착 소재를 지지할 수 있도록 소수성 흡착소재를 함유하는 메쉬의 크기와 동일하거나 또는 이보다 면적이 큰 것이 바람직하며, 통상적으로 정다각형 또는 원형의 형태를 구비하나 이에 제한되지는 않는다.

[0049] 또한, 상기 상부 필터(10) 및 하부 필터(20) 의 두께는 10 내지 100 ㎜, 바람직하게는 20 내지 80 ㎜ 정도의 범위를 가질 수 있다.

[0050] 상기 도 1에서는 본 발명의 실시예에 따른 상부필터(10) 및 하부필터(20) 및 그 사이에 위치한 소수성 흡착소재(30)를 도시하고 있다.

[0051] 여기서, 상기 소수성 흡착 소재(30)는 고분자 재질로 이루어질 수 있으며, 본 발명에서는 사차 암모늄 염을 흡착시키기 위한 흡착특성에 맞도록 스티렌 또는 디비닐벤젠의 공중합체로부터 유래된 고분자 소재를 소수성 소재로 이용할 수 있고, 바람직하게는 스티렌과 및 디비닐벤젠의 공중합체로부터 유래된 고분자 소재를 사용할 수 있다.

[0052] 상기 스티렌 및 디비닐 벤젠의 경우 방향족 탄화수소내에 비닐기를 1개 또는 2개 포함함으로써, 아래 그림 B에서와 같이 탄화수소만으로 이루어지는 공중합체이기 때문에 소수성의 특성을 나타나게 되며, 상기 소수성 고분자 주쇄내에 사차암모늄염의 긴 알킬렌 기의 체인(chain)이 밀접하게 결합되고 사차암모늄염은 고분자 체인의 바깥쪽에 위치하게 되는 형태로서 흡착이 이루어질 수 있게 된다.



[0053]

[0054] <그림 B>

[0055] 본 발명에 따른 소수성 고분자 소재의 예로서는 Purolite®C150H, Dowex®88, DowexMarathon™ 1200, Purolite® C104plus, Amberlite XAD®-2 등이 사용될 수 있고, 바람직하게는 Amberlite XAD®-2를 사용할 수 있다.

[0056] 또한, 상기 소수성 흡착 소재의 비표면적은 50 ~ 600 m^2/g, 바람직하게는 100 ~ 500 m^2/g의 범위를 사용할 수 있고, 상기 소수성 흡착 소재의 기공 부피는 0.1 ~ 1.2 mL/g 바람직하게는, 0.3 ~ 0.9 mL/g 의 범위를 가질 수 있고, 이의 평균 기공 크기는 40 ~ 160 Å, 바람직하게는, 50 ~ 130 Å의 범위를 가질 수 있다.

[0057] 또한, 본 발명에서의 상기 소수성 흡착 소재는 다공성 그래뉼 형태로서, 10 ~ 90 범위의 메쉬(mesh)의 내부에 함유될 수 있고, 이때 상기 메쉬는 다공성 그래뉼 형태의 입자 알갱이들이 빠져나가지 않게 하는 스크린 역할을 하게 되며, 이때 상기 메쉬 크기는 10 ~ 90 메쉬(mesh), 바람직하게는 15 ~ 70 메쉬(mesh), 더욱 바람직하게는 20 ~60 메쉬(mesh)의 범위를 가질 수 있고, 이러한 메쉬 구조를 통해 다공성 그래뉼 형태의 입자를 상부 필터와 하부필터사이의 공간에 안정적으로 함유시킴과 동시에 소수성 흡착 소재에 사차암모늄 염이 자유롭게 흡착되도록 하는 역할을 한다.

[0058] 또한, 본 발명의 수동채취기는 상기 상부 필터(10)를 감싸는 상부 하우징 (40) 및 하부필터를 감싸는 하부 하우징(50);을 포함할 수 있고, 상기 상부 하우징(40) 및 하부 하우징(50)은 각각 상부 필터와 하부필터를 지지하며, 수동채취기를 외부의 환경으로부터 보호하는 역할을 한다.

[0059] 또한 상기 상부 하우징(40)은 상부필터(10)를 지지하는 상부필터 지지대(41)를 포함하고, 또한, 상기 하부 하우징(50)은 하부필터(20)를 지지하는 하부필터 지지대(51)를 포함하며, 상부 하우징과 하부 하우징은 각각의 말단이 나사산 방식에 의한 돌기와 홈에 의해 착탈이 가능하며, 상기 돌기와 홈의 결합에 의해 상부 필터 및 하부필터를 밀착시켜 결합시킬 수 있다.

[0060] 상기 도 2는 본 발명에 따른 수동채취기의 측면도 및 평면도를 나타낸 도면으로서, 상부 하우징과 하부 하우징에 각각 '✳' 형상의 상부필터 지지대(41) 및 하부필터 지지대(51)를 포함하고 있는 것을 나타내고 있으며, 상부 하우징과 하부 하우징은 각각의 말단이 나사산 방식에 의한 돌기와 홈에 의해 스크류 타입에 의해 착탈이 가능한 구조를 도시하고 있다.

[0061] 또한, 본 발명에서의 상기 상부 하우징과 하부 하우징은 각각 대칭적인 구조 뿐만 아니라, 능동채취기의 역할을 할 수 있도록 하나는 원기둥 형태를 가지고 나머지 하나는 말단방향으로 원뿔 형태를 가짐으로써 깔때기 구조를 가지도록 디자인할 수 있다.

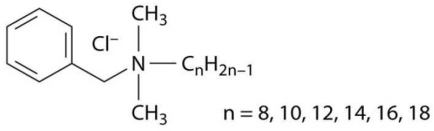
[0062] 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 상부 하우징은 원기둥 형태를 가지고 하부 하우징은 말단 방향으로 원뿔 형태의 깔때기 구조를 가지도록 디자인하며, 상부 하우징과 하부 하우징은 앞서와 마찬가지로 탈착 가능하도록 제작된 수동채취기의 측면도 및 평면도를 나타낸 도면으로서, 상기 하부 하우징의 깔때기 모양의 개구부에 에어펌프를 연결하여 한쪽 방향으로만 공기중의 사차 암모늄염이 흡착되도록 하고 반대편은 에어펌프와 연결함으로써 능동 채취기의 역할을 하게 할 수 있다.

[0063]

[0064] 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 수동채취기를 이용한 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 신규한 농도 측정 방법을 제공할 수 있다.

[0065] 보다 구체적으로, 본 발명은 수동채취기를 이용하여 수용액 또는 유기용매와 함께 공기 중에서 분사된, 하기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염의 혼합물을 포집하는 단계;

[0066] [화학식 A]



[0067]

[0068] 상기 화학식 A에서 n은 8, 10, 12, 14, 16 및 18 중에서 선택되는 어느 하나이다.

[0069] b) 상기 수동 채취기내 상부 필터 및 하부 필터;와 소수성 흡착 소재를 유기 용매에 투하하여 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염의 혼합물을 추출하고, 이로부터 유기용매를 제거한 후, 물에 재분산시켜 수용액을 제조하는 단계; c) 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 화합물의 중수소 치환된 화합물을 내부 표준물질로 혼합하며, 미리 알려진 농도의 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 화합물을 샘플링하여 5 내지 50개를 준비하여 이를 질량분석기를 이용하여 질량분석 스펙트럼을 얻고 이를 이용하여 농도별 검정곡선을 구하는 단계; d) 상기 b) 단계에서 얻어진 수용액을 액체크로마토그래피-질량분석기를 이용하여 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염 혼합물내 각각의 화합물의 질량분석 스펙트럼을 얻는 단계; 및 e) 상기 c) 단계에서 얻어진 검정곡선을 이용하여, 상기 d) 단계에서 얻어진 사차 암모늄 화합물의 질량분석 스펙트럼으로부터, 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도를 획득하는 단계;를 포함하는, 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도 측정 방법을 제공할 수 있다.

[0070] 이를 보다 상세히 설명하면, 상기 a) 단계는 앞서 제조된 수동 채취기를 이용하여 공기중에서 분사된 사차 암모늄염을 포집하는 단계로서, 수동채취기의 개수와 크기는 주어진 환경에 맞추어 사용자가 적절히 조절할 수 있으나, 바람직하게는 100 리터당 0.5 내지 10개의 수동채취기를 사용할 수 있고, 이의 크기는 도 2에 기재된 정도 또는 이의 0.5 내지 3배 정도의 **스케일로 제조된** 것을 사용할 수 있다.

[0071] 또한, 상기 b) 단계는 포집된 사차암모늄을 수동채취기내 상부 필터 및 하부 필터;와 소수성 흡착 소재로부터 분리하여 유기용매로 추출한 후 이를 수용액에 재분산시키는 단계로서, 이때 사용되는 유기용매는 벤젠, 메틸렌클로라이드, THF, 아세톤, 메탄올, 에탄올, 아세토니트릴 등을 사용할 수 있고, 바람직하게는 THF, 에탄올, 아세톤, 아세토니트릴 중에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 혼합물을 사용할 수 있다.

[0072] 이 때, 사차암모늄염의 대부분은 소수성 흡착 소재에 흡착되지만 상부 필터 및 하부 필터에도 잔류될 가능성이 있어, 유기용매로 상기 상부필터와 하부필터에 존재하는 사차 암모늄염도 함께 추출하도록 한다.

[0073] 또한, 상기 c) 단계는 미리 농도를 알고 있는 사차 암모늄염을 이용하여 질량분석 스펙트럼을 얻고 이를 바탕으로 농도별 검정곡선을 구하는 단계로서, 내부 표준물질로서 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 화합물의 중수소 치환된 화합물을 사용할 수 있으며, 바람직하게는 벤질기내 방향족 탄소에 결합한 5개의 수소가 모두 중수소로 치환된 화합물을 사용할 수 있고, 이들 중에서 알킬렌 체인이 중간 정도(n = 14)의 값을 가지는 d_5-BAB-C14를 사용할 수 있으나 이에 제한되지 않는다.

[0074] 여기서, 미리 알려진 농도의 사차 암모늄 화합물을 샘플링하는 개수는 3 내지 100 개, 바람직하게는 5 내지 50 개, 더욱 바람직하게는 8 내지 30 개를 준비할 수 있으며, 이때 미리 알려진 농도의 설정 범위는 조사하고자 하는 사차암모늄 농도의 예측값으로부터 사용자가 적절히 선택할 수 있다.

[0075] 한편, 상기 c) 단계에서의 농도별 검정곡선은 상기 화학식 A로 표시되는 사차암모늄 염 혼합물내의 각각의 탄소사슬 개수별로 각각 검정곡선을 별도로 얻어내는 방식보다는 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염 혼합물내 각각의 개별 사차암모늄염 화합물의 각각의 질량분석 스펙트럼의 피크면적값을 모두 합하여 검정곡선을 얻어내는 것이 바람직할 수 있다.

[0076] 또한, 상기 d) 단계는 상기 b) 단계에서 얻어진, 소수성 흡착소재 및 상부 필터 및 하부필터로부터 추출한 사차암모늄 염을 액체크로마토그래피-질량분석기(LC-MS/MS)를 이용하여 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄 염 혼합물내 각각의 화합물의 질량분석 스펙트럼을 얻는 단계에 해당된다. 여기서, 상기 액체크로마토그래피(LC)를 이용하여 각각의 사차 암모늄염을 분리하는 경우 사용되는 용매는 물-아세토니트릴의 혼합액 및 이소프로필알코올을 사용할 수 있으며, 이들에 포름산 및 인산이 추가될 수 있다.

[0077] 또한, 질량분석기로서는 사극자 질량분석기를 사용할 수 있으며, 바람직하게는 사극자 질량분석기가 3개 연결된 3중 사극자 질량분석기를 사용할 수 있다.

[0078] 한편, 본 발명에서의 상기 c) 단계 및 d) 단계에서의 질량분석 스펙트럼은 선택 반응 분석법(Selected Reaction Monitoring)에 의해 얻어질 수 있고, 상기 3중 사극자 질량분석기를 사용하는 경우에, 이는 첫 번째 사극자(Q1)에서는 분석을 진행코자 하는 선구 이온(precursor ion)을 선택하게 되고, 선구 이온은 두 번째 사극자(Q2)에서 에너지를 가하여 이온 분열(ion fragmentation)을 유도한다. 이온 분열을 통해서 유도한 생성이온(product ion) 중 특정 이온을 선택하여 세 번째 사극자 (Q3)에서 검출을 진행하게 할 수 있다.

[0079] 마지막 단계로서의 상기 e) 단계는 상기 c) 단계에서 얻어진 검정곡선을 이용하여, 상기 d) 단계에서 얻어진 사차 암모늄 염 화합물의 질량분석 스펙트럼으로부터, 공기 중 분사된 사차 암모늄 염의 농도를 획득하는 단계;로서, 농도가 미리 알려진 사차 암모늄 염 화합물을 질량분석기를 통해 검정곡선을 얻어낸 후, 이로부터 미지의 농도의, 분석하고자 하는 사차 암모늄염의 농도를 측정하는 단계에 해당한다.

[0080] 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

[0081] <실시예>

[0082] 본 실험에서 사용한 사차암모늄(Benzalkonium chloride, BKC), 포름산 (formic acid)과 인산(phosphoric acid) 그리고 nylon filter(180um, 47mm)는 모두 Sigma Aldrich에서 구매하였으며 내부 표준물질로 사용한 중수소 치환 벤잘코늄 (benzyl-2,3,4,5,6-d5-dimethyltetradecylammonium bromide)는 CDN Isotopes에서 구매하여 사용하였다. UPLC 용매는 HPLC grade의 물, 아세토나이트릴, 이소프로필알코올을 대정화금에서 구매하였다. 수동채취기 내 사차암모늄 물질을 포집하는 resin으로는 Amberlite XAD®-2를 사용하였으며 supelco에서 구매하였다. 또한 3D 프린팅에 사용한 필라멘트는 eSUN 사의 PETG(Glycolmodified Polyethylene Terephthalate) 재질의 1.75mm 필라멘트를 구매하여 사용하였다.

[0083] 1) 수동 채취기 제조

[0084] 도 2에 따른 치수의 상부하우징 및 하부하우징을 제작하고, 수동채취기의 상부 하우징과 하부 하우징은 스크루 형태로 연결되어 있으며 오른 나사 방향으로 돌려 열 수 있도록 디자인 하였다. 또한 사차 암모늄 염을 포집할 수 있는 amberlite XAD®-2 resin을 고정시키기 위해 수동채취기의 하부 하우징 지지대 상부에 하부 필터로서 지름 47mm인 180um nylon net filter를 올려준 뒤 500 mg의 Amberlite XAD®-2 resin을 올려 골고루 펼쳐준다. 그 후 다시 상부 필터로서 nylon filter를 올린 뒤 수동채취기의 상부 하우징을 왼나사 방향으로 돌려 결합시켜 수

동 채취기를 제작하였다.

[0085] 아래 표 1에서는 상기 amberlite XAD®-2resin 의 물성을 나타내었다.

표 1

[0086]

Amberlite XAD®-2Property	Value
Polymer matrix	Styrene-divinylbenzene (macroreticular)
Surface area	300 m^2/g
Pore size	0.65 mL/g pore volume 90 Å mean pore size
Mesh size	20 - 60 mesh

[0087] 2) 공기 중 분사된 방역물질 내 사차암모늄 염 포집

[0088] 가로, 세로, 높이가 각각 0.5m인 용량 125 L의 챔버 내부에 상기 수동채취기 두 개를 설치하였으며, 초음파 분사장치를 이용하여 상기 화학식 A로 표시되는 사차암모늄염(BKC)을 분사하였다. 이때, 내부 공기의 흐름이 없기 때문에 대류를 만들어주기 위해 유속은 약 1.6m /s로 소형 선풍기를 설치하였다.

[0089] 상기 사차암모늄염(BKC)을 5 ml 물에 녹여 분사장치에 주입하고, 분사량을 최저 1 mg에서 최대 100 mg으로 조절하여 실험을 진행하였다. 소형 선풍기가 작동하는 상태에서 분사장치의 전원을 켠 뒤 일정한 시간 동안 수동채취기를 노출시키되, 노출 시간은 실험의 진행 방향에 따라 조절하였으나 5 ml의 BKC가 모두 분사되는데 걸리는 시간은 5분으로 일정하게 하였고, 정해진 노출 시간이 지났을 때 수동채취기 내의 소수성 흡착 소재와 상,합부 나일론 필터를 50 ml 코니칼 튜브에 채취한 뒤 10 ml의 아세토나이트릴을 첨가하여 한 시간 동안 초음파분산기로 추출하였다.

[0090] 추출된 샘플의 상층액을 1 ml 취하여 2 ml ep 튜브에 옮겨담은 뒤 한 시간동안 10000 rpm으로 원심분리를 진행한 후 상층액 800 ul을 취하여 1.5 ml ep 튜브로 옮겨졌으며 진공건조를 통해 용매를 모두 증발시켜주었다. 해당 튜브에 다시 200 ul의 물을 첨가해주었으며 초음파 분산기로 30분간 추출하여 초고성능 액체크로마토그래프-선택반응 질량분석(UPLC-SRM/MS) 을 통해 분석을 진행하였다.

[0091] 3) 초고성능 액체크로마토그래프-선택반응 질량분석(UPLC-SRM/MS)을 통한 사차 암모늄염 분석

[0092] 공기 중에 분사된 상기 사차암모늄염(BKC)의 농도를 측정하기 위해 초고성능 액체크로마토그래프-선택반응 질량분석을 이용하였고, 이때, 초고성능 액체크로마토그래프는 Thermo Scientific사의 Dionex Ultra 3000 UHPLC (Ultra High Performance Liquid Chromatograph)를 사용하였으며 칼럼은 Waters사의 Acquity UPLC BEH C8 1.7 ㎛ 칼럼을 이용하여 분리를 진행하였다. 용매는 용매 A로 물:아세토나이트릴 (9:1 v/v)에 포름산 0.1 % 및 인산 10 μM을 첨가한 것을 사용하였으며 용매 B로 이소프로필알코올에 포름산 0.1% 및 인산 10 μM을첨가한 것을 사용하였다.

[0093] 분리 진행 후에는 Thermo Scientific사의 TSQ (triple stage quadrupole) Quantiva 질량 분석기를 이용하여 정량을 진행해주었다. TSQ는 3중 사극자 질량분석기로 3개의 사극자로 이루어진다. 첫 번째 사극자 (Q1)에서는 분석을 진행코자 하는 선구 이온 (precursor ion)을 선택하게 되고, 선구 이온은 두 번째 사극자 (Q2)에서 에너지를 가하여 이온 분열 (ion fragmentation)을 유도하며, 이온 분열을 통해서 유도한 생성이온 (product ion) 중 특정 이온을 선택하여 세 번째 사극자 (Q3)에서 검출을 진행하는 방식에 따른 선택 반응 분석법(Selected Reaction Monitoring)을 통하여 UPLC-SRM 질량 스펙트럼을 얻을 수 있고, 상기 사차암모늄염(BKC)의 농도별 UPLC-SRM 피크 면적을 구함으로써 검정곡선 (calibration curve)를 구할 수가 있다.

[0094] 4) 선택반응 질량 분석법을 위한 선행 연구로서의 질량분석 자료 해석

[0095] 검정곡선을 이용한 사차 암모늄염의 농도 측정에 앞서 탄소 사슬별 분리 및 개별 물질의 선구 이온에 충돌 에너지를 가하였을 때 형성되는 생성 이온들을 파악하여 선택 반응 분석법을 진행하기 위한 선행 연구를 진행하였다. 이때 본 발명에서 사용한 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄염(BKC)는 탄소 사슬을 8, 10, 12, 14, 16, 18개를 가지는 물질 6종으로서, 내부표준물질인 중수소 치환 벤잘코늄과 함께 혼합하여 실험하였다.

[0096] 도 5는 화학식 A로 표시되는 사차암모늄 염과 내부 표준물질의 선택 반응 분석법에 따른 질량분석 크로마토그램을 나타낸 도면으로서, 상기 도 5에 도시된 바와 같이 모든 화합물들의 분리가 용이하게 진행되어 질량분석이

양호하게 가능한 것을 확인할 수 있다.

[0097] 이때, 상기 사차 암모늄염의 각각의 개별 화합물 6종은 각 물질이 가지는 탄소사슬의 개수에 따라 선구이온의 mass-to-charge ratio(m/z) 값을 달리 가졌으며, 충돌에너지를 가한 후 생성 이온의 m/z 값은 91로 동일하였고, 내부표준물질인 중수소 치환 벤잘코늄에 대한 선구이온과 생성이온의 m/z 값은 각각 337.5와 96.0으로 확인되었다.

[0098] 이때, 상기 사차 암모늄염(BKC) 의 개별 화합물 6종과 내부표준물질의 선구이온, 생성이온의 m/z 값 및 최적의 선택반응분석을 위한 최적의 충돌 에너지를 구하기 위해 Thermo TSQ Quantiva 소프트웨어를 이용하였으며, 그 결과값을 아래 표 2에 나타내었다.

표 2

[0099]

Species	Chain Length (Carbon chain length)	Precursor Ion (m/z)	Product Ion (m/z)	Collision Energy (V)
Benzalkonium Chloride(BKC)	8	248.5	91.0	26
	10	276.5	91.0	26
	12	304.5	91.0	28
	14	332.5	91.0	29
	16	360.5	91.0	29
	18	388.5	91.0	31
Internal Standard (d_5-BAB-C14)	14	337.5	96.0	30

[0100] 5) 미리 정해진 농도의 사차 암모늄염에 대한 검정곡선 작성

[0101] 미리 정해진 농도의 사차 암모늄염(BKC)의 검정곡선을 얻기 위해 8개부터 18개의 탄소사슬을 가지는 사차 암모늄염(BKC) 6종이 특정한 비율로 섞여있도록 제조된 표준 용액을 0.1 ppm부터 20 ppm까지의 농도로 샘플을 제조하여 이들을 UPLC-SRM/MS 시스템을 통해 질량분석 스펙트럼을 얻고 피크면적을 구해주었으며 이로부터 검정곡선을 작성하였다. 이때, 모든 샘플에는 내부표준물질로 1 ppm의 d5-BAB-C14를 첨가하여 상대피크면적을 구할 수 있도록 하였으며, 그 결과를 도 6에 도시하였다.

[0102] 도 6은 화학식 A로 표시되는 사차암모늄 염 6종에 따른 각각의 탄소 사슬별 검정곡선과 각 탄소사슬의 피크면적의 합으로 구한 검정곡선을 나타낸 도면으로서, 상기 도 6 에서 볼 수 있듯이 탄소사슬 개수 8개인 사차 암모늄염(BKC)과 18개인 사차 암모늄염(BKC)에 대해서는 검정곡선이 잘 그려지지 않은 것을 확인할 수 있다. 이는 사차 암모늄염(BKC) 표준물질 내에 탄소사슬 개수 8개와 18개를 가지는 사차 암모늄염(BKC)의 비율이 낮아 피크면적 값이 너무 작기 때문에 그 오차가 큰 것으로 예측할 수 있다. 또한 각 검정곡선을 비교한 결과, 탄소사슬 개수 별로 나누어 검정곡선을 작성하는 방식(도 6의 좌측)보다 개별 BKC의 피크면적 값을 모두 합하여 검정곡선을 작성하는 방식(도 6의 우측)이 R^2=0.9967로 가장 높은 직선성을 보이는 것을 확인하였고, 이에 따라 공기 중에 분사된 방역물질 내 사차암모늄 염의 농도를 구하기 위해서는 개별 사차 암모늄염(BKC)의 피크면적 값을 모두 더하여 그 합으로 작성한 검정곡선을 작성하였다.

[0103]

[0104] 또한, 공기 중 방역물질 내 사차 암모늄염의 농도를 측정에 앞서 수동채취기의 성능 평가를 위해 사차 암모늄염의 포집 능력을 위한 실험을 진행하였다. 구체적으로, 사차 암모늄염(BKC)의 분사량은 최저 1 mg부터 최대 100 mg까지 분사하였으며 포집에 사용된 소수성 흡착 소재(resin)의 양은 500 mg, 포집시간은 2시간으로

일정하게 고정하여 실험하였고 분사량에 따른 수동채취기의 포집량과 그 비율을 아래 표 3에 나타내었다.

[0105] [표 3]

BKC 분사량 (mg)	Resin 양 (mg)	포집시간 (h)	평균 포집량 (mg) / n=2	분사량 대비 포집비율 (%)
1	500	2	0.004	0.8
2.5			0.008	0.6
5			0.032	1.3
12.5			0.100	1.6
25			0.137	1.1
50			0.368	1.5
75			0.549	1.5
100			0.596	1.2

[0106]

[0107] 상기 표 3에 나타난 바와 같이, 수동채취기로 포집한 사차 암모늄염의 분사량 대비 평균 포집 비율은 약 0.8 - 1.6% 정도임을 확인하였으며 이를 통해 상당량의 BKC가 공기 중에 부유하지 않고 가라앉음을 유추할 수 있다.

[0108] 한편, 상기 표 3에 따라 본 발명의 수동채취기의 사차암모늄 염 분사량에 따른 평균 포집량을 도 4에 도시하였으며, 분사량에 따른 사차 암모늄염의 농도는 R2=0.9774의 직선성을 가지는 것을 알 수 있고, 해당 실험에서 측정된 검출 한계 농도는 분사량을 기준으로 1 mg이었으며 이는 125 L 챔버 부피대비 8 ppb 정도임을 확인할 수 있다.

[0109] 또한, 수동채취기의 노출 시간에 따른 사차 암모늄염(BKC) 포집량을 아래 표 4에서 나타내었다. 소수성 흡착 소재(resin)의 양은 500 mg, 사차 암모늄염(BKC) 분사량은 25 mg으로 고정하였으며 수동채취기의 노출 시간을 0.25 시간에서 2 시간까지 변화시켜준 결과, 수동채취기의 노출시간이 달라져도 사차 암모늄염(BKC)의 평균 포집량은 크게 변하지 않는 것을 확인하였으며 이를 통해 분사된 후 단시간 내에 수동채취기에 포집된다는 사실을 유추할 수 있다.

[0110] [표 4]

BKC 분사량 (mg)	Resin 양 (mg)	포집시간 (h)	평균 포집량 (mg) / n=2	분사량 대비 포집비율 (%)
25	500	0.25	0.141	1.1
		0.5	0.168	1.3
		1	0.134	1.1
		2	0.148	1.2

[0111]

[0112] 통상적으로 수동채취기는 크게 평형 수동채취기와 동적 수동채취기로 나뉘는데, 본 발명에 따른 사차 암모늄염 포집용 수동채취기를 이용하여 상기 화학식 A로 표시되는 사차 암모늄염을 포집하는 경우, 상기 사차 암모늄염의 분자 구조 및 물리화학적 특성에 기인하여, 챔버 내 평형을 이루지 않고 에어로졸로 분사된 일부만 포집이 된다는 특징을 가지는 것을 알아내었으며, 포집 변화량은 평형 수동채취기와 유사한 양상을 띄는 것을 확인할 수 있다. 또한, 분사량 대비 포집 비율은 앞선 결과와 같이 0.8 - 1.6 %의 범위 안에 있었으며 짧은 시간의 노출에도 포집이 가능한 것으로 확인되었다.

[0113] 이상, 본 발명의 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 실시 형태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 맹백할 것이다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

부호의 설명

[0114] 100 : 수동 채취기

10 : 상부 필터

20 : 하부 필터

30 : 소수성 흡착 소재

40 : 상부 하우징

41 : 상부필터 지지대

50:하부 하우징

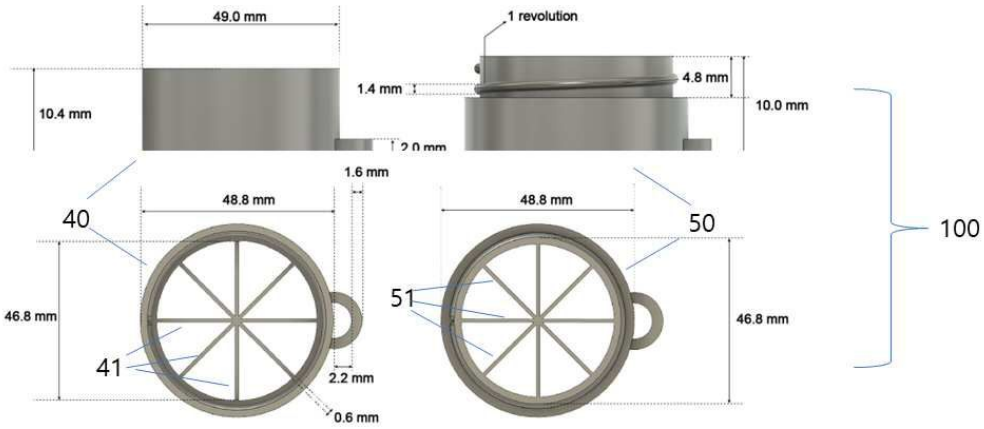
51:하부필터 지지대

도면

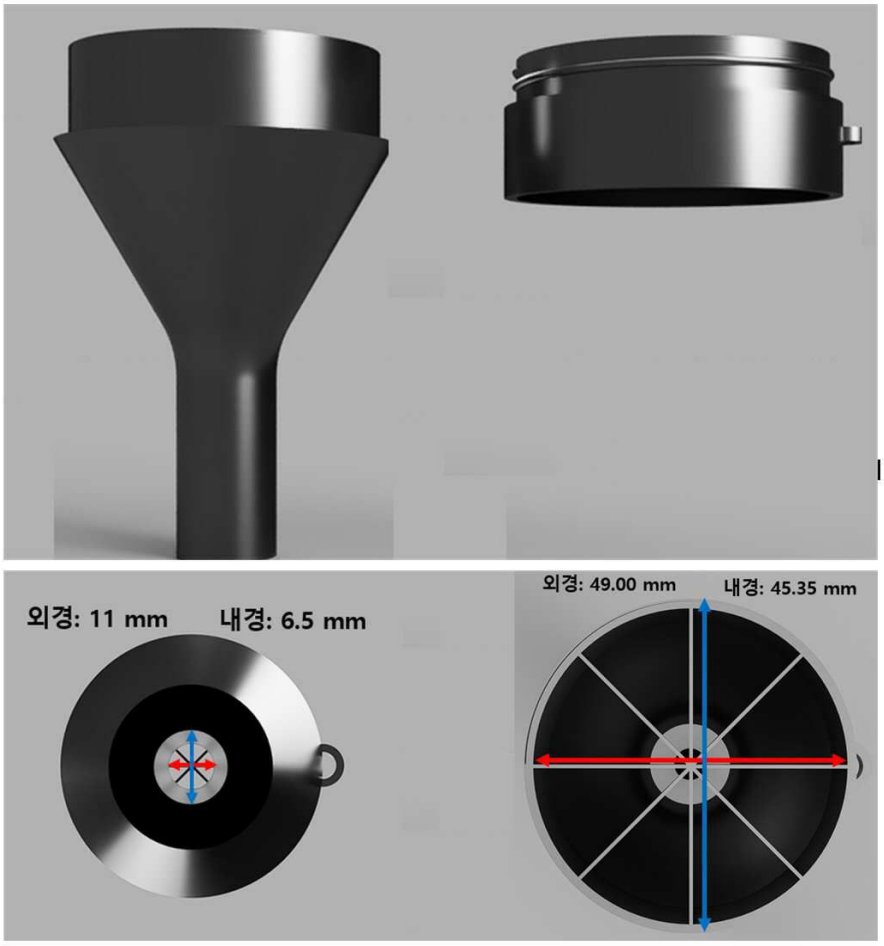
도면1



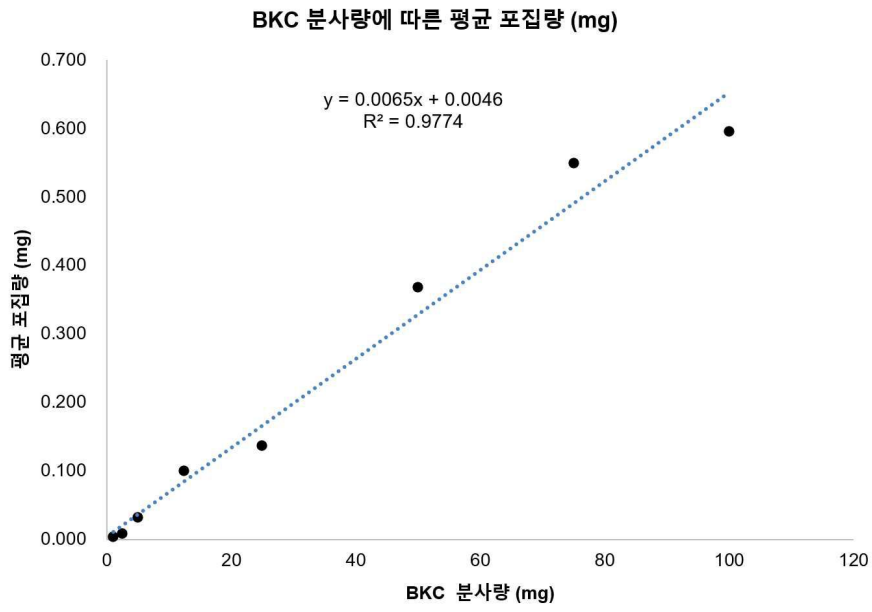
도면2



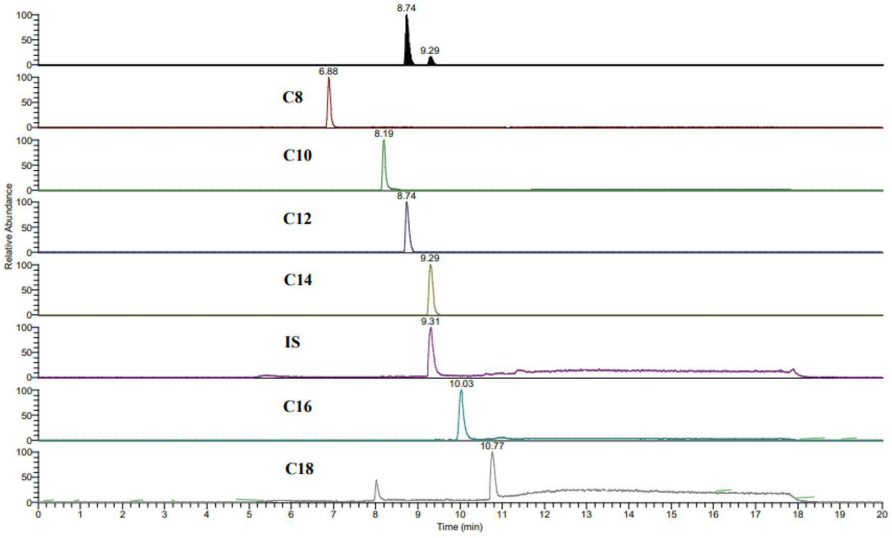
도면3


외경: 11 mm
내경: 6.5 mm
외경: 49.00 mm
내경: 45.35 mm

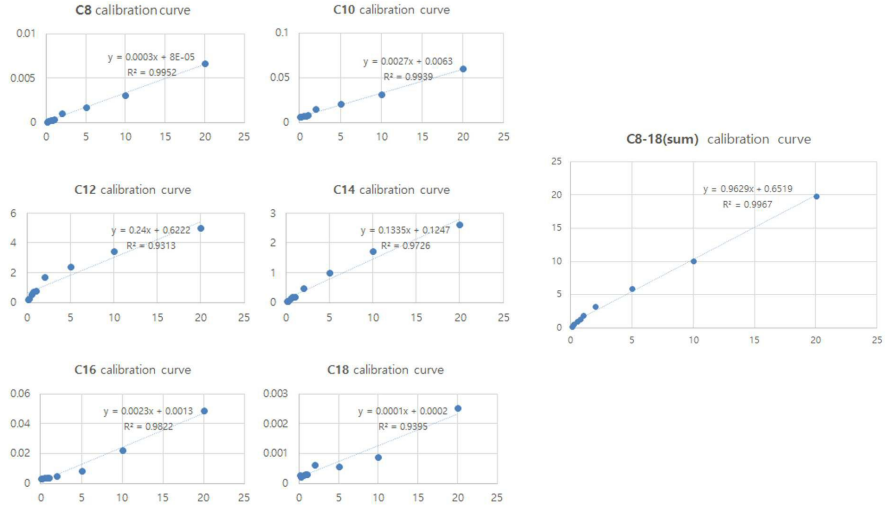
도면4


BKC 분사량에 따른 평균 포집량 (mg)
y = 0.0065x + 0.0046
R² = 0.9774
평균 포집량 (mg)
0.700
0.600
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100
0.000
0
20
40
60
80
100
120
BKC 분사량 (mg)

도면5


8.74
9.29
6.88
C8
8.19
C10
8.74
C12
9.29
C14
9.31
IS
10.03
C16
10.77
C18
Relative Abundance
Time (min)

도면6


C8 calibration curve
y = 0.0003x + 8E-05
R² = 0.9952
C10 calibration curve
y = 0.0027x + 0.0063
R² = 0.9939
C12 calibration curve
y = 0.24x + 0.6222
R² = 0.9313
C14 calibration curve
y = 0.1335x + 0.1247
R² = 0.9726
C16 calibration curve
y = 0.0023x + 0.0013
R² = 0.9822
C18 calibration curve
y = 0.0001x + 0.0002
R² = 0.9395
C8-18(sum) calibration curve
y = 0.9629x + 0.6519
R² = 0.9967