



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월15일
(11) 등록번호 10-1979035
(24) 등록일자 2019년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 49/04 (2006.01) H01J 49/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7008108
(22) 출원일자(국제) 2012년02월06일
심사청구일자 2016년12월22일
(85) 번역문제출일자 2013년03월29일
(65) 공개번호 10-2014-0030093
(43) 공개일자 2014년03월11일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/000061
(87) 국제공개번호 WO 2012/106054
국제공개일자 2012년08월09일
(30) 우선권주장
13/364,322 2012년01월02일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009539114 A*
JP2007525677 A*
JP08054370 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이온센스 인코퍼레이티드
미국 매사추세츠 01906 소거스 스위트 404 브로드
웨이 999
(72) 발명자
크레쉬머, 조단
미국 매사추세츠 01906 멜로스 이스트 에머슨 스
트리트 110
머슬맨, 브라이언, 디.
미국 매사추세츠 01906 멜로스 웨스트 에머슨 스
트리트 318
(74) 대리인
특허법인이룸리온

전체 청구항 수 : 총 23 항

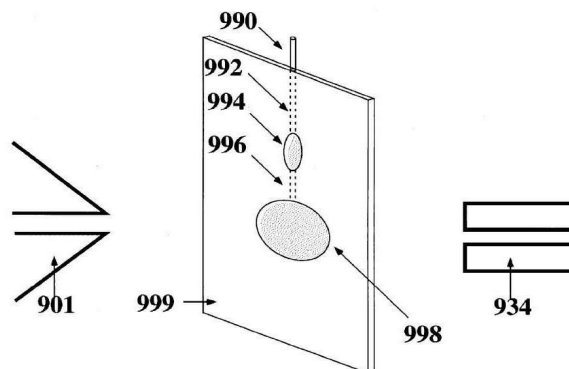
심사관 : 이양근

(54) 발명의 명칭 열 보조 탈착 이온화 시스템들을 위한 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 검체 분자들의 탈착을 허용하기 위해 열을 사용하여 상기 검체를 탈착시키기 위한 방법 및 디바이스에 관한 것으로, 상기 탈착된 검체 분자들은 주위 온도 이온화 종들을 갖고 이온화된다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 전류는 상기 검체 분자들이 존재하는 메쉬를 통해 전달된다. 상기 전류는 상기 메쉬를 가열하며, 그 후 기체 상 준안정 중성 분자들 또는 원자들과 상호작용하여 상기 검체 분자들의 검체 이온 특성을 형성하는 상기 검체 분자들의 탈취를 야기한다.

대표도



(30) 우선권주장

61/439,866	2011년02월05일	미국(US)
61/582,204	2011년12월30일	미국(US)
61/587,218	2012년01월17일	미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

검체(analyte)를 분석하기 위한 디바이스에 있어서,

검체 이온들을 수용하기 위한 입구 및 분석되는 검체 이온들을 검출하기 위한 검출기를 갖는 분광기;

이온화 종들을 생성하는 대기압 소스;

열을 발생시키고 열을 전달시키는 것 중 하나 또는 둘 모두를 하기 위한 서플라이; 및

상기 대기압 소스와 상기 분광기 사이에 위치한 하나 이상의 메쉬(mesh)를 포함하고,

상기 검체는 상기 하나 이상의 메쉬 직접 위에 또는 그 가까이에 도입되고, 상기 서플라이는 상기 하나 이상의 메쉬의 반대 측면들에 양의 단자(positive terminal) 및 음의 단자(negative terminal)로부터의 전기 리드(lead)들에 연결되고, 상기 하나 이상의 메쉬는 기체 상(gas phase) 이온화 전에 상기 검체에 열을 전달하고, 탈착된 기체 상 검체 분자들은 상기 대기압 소스에 의해 생성되는 이온화 종들과 상호작용하여, 상기 분광기에 들어가서 분석되는 복수의 검체 이온들을 형성하는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 메쉬와 상기 분광기 입구 사이에 위치한 가스 이온 분리기를 더 포함하는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 대기압 소스는 실시간 직접 분석(DART), 플라즈마 보조 탈착/이온화(PADI), 유전체 장벽 방전 이온화 소스(DBDI 또는 DCBI), 탈착 대기압 화학적 이온화(DAPCI), 탈착 음파 분사 이온화(DeSSI), 탈착 대기압 광이온화(DAPPI), 및 흐름 대기압 잔광(FAPA) 및 탈착 전기분사 이온화(DESI), 대기 레이저 탈착 이온화, 코로나 방전, 유도 결합 플라즈마(ICP) 및 글로우 방전 소스로 이루어진 소스들의 그룹으로부터 선택되는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 서플라이는,

10^{-2} 와트의 하한; 및

10^3 와트의 상한 사이의 상기 하나 이상의 메쉬 중 하나에 전력을 전달하도록 적응되는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 분광기의 상기 입구 및 상기 검출기 사이의 영역은 대기압에 있는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 서플라이는 상기 검체를 포함한 제 1 메쉬에 제 1 전위를 인가하도록 구성될 수 있는, 검체를 분석하기 위

한 디바이스.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 전위는 상기 분광기로의 상기 입구에 인가된 전위와 동일한 전위인, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 서플라이는 제 2 메쉬에 제 2 전위를 인가하도록 구성될 수 있으며, 상기 제 2 전위는 상기 제 1 전위와 상이한, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 메쉬로부터 탈착된 상기 검체 이온들의 운동 에너지는 상기 제 2 전위를 조정함으로써 조정될 수 있는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 서플라이는 상기 하나 이상의 메쉬 중 적어도 하나 상에서의 제 1 및 제 2 위치를 독립적으로 가열하도록 구성되며, 상기 제 1 위치는 상기 제 2 위치와 상이한, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

제 1 메쉬는 제 2 메쉬에 대하여 배향되며, 상기 이온화 종들이 상기 제 2 메쉬를 접촉하기 전에 상기 이온화 종들이 상기 제 1 메쉬를 접촉하는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

튜브는 상기 제 1 메쉬 상에 또는 그 가까이에 상기 검체를 포함한 용액을 전달하기 위해 사용되는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 13

검체 유도체화 및 이온화하기 위한 디바이스에 있어서,

이온화 종들을 생성하기 위한 소스; 및

대기압 영역에 위치된 하나 이상의 메쉬를 포함하고,

상기 검체는 제 1 메쉬 직접 위에 인가되고, 유도체화 시약은 제 2 메쉬 상에 인가되며, 상기 소스에 의해 생성된 상기 이온화 종들은 상기 검체 및 상기 유도체화 시약 중 하나 또는 둘 모두와 상호작용하여, 복수의 검체 이온들 및 복수의 유도체화된 검체 이온들 중 하나 또는 둘 모두를 형성하고, 상기 하나 이상의 메쉬는 가열될 수 있는, 검체 유도체화 및 이온화하기 위한 디바이스.

청구항 14

삭제

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 메쉬는 둘 이상의 연결된 필라멘트들을 포함하며, 상기 필라멘트들 중 하나는 금속, 동물 스트링, 종이, 다공 종이, 섬유, 직물, 실리카, 플라스틱, 플라스틱 폼, 고분자, 테플론, 고분자 함침 테플론, 셀룰로오스, 소수성 지지 재료 코팅된 필라멘트 및 소수성 지지 재료 함침된 필라멘트로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 검체 유도체화 및 이온화하기 위한 디바이스.

청구항 16

검체를 분석하기 위한 디바이스에 있어서,

입구 및 검출기를 포함한 이온 유동성(mobility) 분광기;

이온화 종들을 생성하기 위한 소스; 및

둘 이상의 메쉬의 반대 측면들에 양의 단자 및 음의 단자로부터의 전기 리드를 통하여 연결되는 서플라이;를 포함하되,

상기 둘 이상의 메쉬는 기체 상 이온화 전에 상기 검체에 열을 전달하고, 상기 둘 이상의 메쉬는 상기 소스와 상기 이온 유동성 분광기 사이에 위치되고, 상기 검체는 제 1 메쉬 상에 또는 그 가까이에 인가되고, 상기 서플라이는 상기 1 메쉬를 가열하고, 상기 제 1 메쉬로부터 탈착된 기체 상 검체 분자들은 상기 이온화 종들과 상호작용하여 검체 이온들을 형성하는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 이온 유동성 분광기는 대기압에서 동작되는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 둘 이상의 메쉬 중 적어도 하나는 상기 이온 유동성 분광기에 인가된 전위와 동일한 전위를 갖는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

전기 전위는 제 2 메쉬에 인가되며, 상기 검체 이온들의 운동 에너지는 상기 제 2 메쉬에 인가된 상기 전위에 의해 변경되는, 검체를 분석하기 위한 디바이스.

청구항 20

샘플을 분석하는 방법에 있어서,

(a) 메쉬에 상기 샘플을 인가하는 단계;

(b) 이온화 소스와 분광기의 주입구 사이에 상기 메쉬를 배치하는 단계;

(c) 상기 메쉬에 서플라이를 연결하는 단계로서, 상기 서플라이는 상기 샘플을 가열할 수 있는, 상기 연결 단계;

(d) 상기 메쉬로부터 중성 샘플 분자들을 탈착시키기 위해 상기 샘플을 가열하는 단계;

(e) 상기 메쉬에서 상기 이온화 소스에 의해 형성된 이온화 종들을 지향(direct)시키는 단계로서, 상기 이온화 종들은 중성 기체 상 샘플 분자들과 상호작용하여 상기 분광기에 들어가는 샘플 이온들을 형성하는, 상기 지향 단계; 및

(f) 상기 샘플 이온들을 분석하는 단계를 포함하는, 샘플을 분석하는 방법.

청구항 21

복수의 검체 이온들을 생성하기 위한 소스에 있어서,

이온화 종들을 생성하기 위한 대기압 소스; 및

하나 이상의 메쉬의 반대 측면들에 양의 단자 및 음의 단자로부터의 전기 리드들을 통하여 연결되는 서플라이;를 포함하되,

상기 하나 이상의 메쉬는 기체 상 이온화 전에 상기 검체에 열을 전달하고, 상기 검체는 상기 하나 이상의 메쉬 상에 또는 그 가까이에 도입되고, 탈착된 기체 상 검체 분자들은 상기 대기압 소스에 의해 생성된 이온화 종들과 상호작용하여, 상기 복수의 검체 이온들을 형성하는, 복수의 검체 이온들을 생성하기 위한 소스.

청구항 22

샘플을 분석하기 위한 장치에 있어서,

분광기; 및

제 21 항에 따른 소스를 포함하고,

상기 하나 이상의 메쉬는 상기 대기압 소스와 상기 분광기 사이에 위치되고, 상기 복수의 검체 이온들 중 하나 이상은 상기 분광기로 지향(direct)되며 분석되는, 샘플을 분석하기 위한 장치.

청구항 23

복수의 검체 이온들을 생성하는 것을 수행하기 위한 디바이스에 있어서,

(a) 메쉬;

(b) 상기 메쉬에 상기 검체를 인가하는 수단;

(c) 상기 메쉬를 배치하기 위한 홀더;

(d) 상기 메쉬의 반대 측면들에 양의 단자와 음의 단자로부터의 전기 리드들에 연결되는 소스로서, 상기 메쉬는 상기 검체를 가열하는, 상기 소스; 및

(e) 이온화 종들을 생성하기 위한 대기압 이온화 소스를 포함하고,

상기 이온화 종들은 탈착된 기체 상 검체 분자들과 상호작용하여 검체 이온들을 형성하는, 복수의 검체 이온들을 생성하는 것을 수행하기 위한 디바이스.

청구항 24

질량 분광기로 샘플의 대기압 분석을 수행하기 위한 디바이스에 있어서,

(a) 메쉬;

(b) 상기 메쉬에 상기 샘플을 인가하는 수단;

(c) 상기 질량 분광기의 입구 개구 앞에 상기 메쉬를 배치하기 위한 홀더;

(d) 상기 메쉬의 반대 측면들에 양의 단자와 음의 단자로부터의 전기 리드들에 연결되는 소스로서, 상기 메쉬는 상기 샘플을 가열하는, 상기 소스; 및

(e) 이온화 종들을 생성하기 위한 대기압 이온화 소스를 포함하고,

상기 이온화 종들은 탈착된 기체 상 샘플들과 상호작용하여 샘플 이온들을 형성하고, 상기 샘플 이온들은 분석을 위해 상기 질량 분광기의 상기 입구 개구로 들어가는, 질량 분광기를 갖고 샘플의 대기압 분석을 수행하기 위한 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

우선권 주장

본 출원은 다음의 미국 출원들에 대한 우선권을 주장한다:

[0001]

[0002]

- [0003] (1) 2011년 2월 5일에 출원된 발명자들(Jordan Krechmer 및 Brian D. Musselman)에 의한 "열 보조 탈착 이온화를 위한 장치(APPARATUS FOR THERMAL ASSISTED DESORPTION IONIZATION)"라는 제목의 미국 특허 가출원 번호 제 61/439,866호;
- [0004] (2) 그 각각의 내용이 그 전체가 참조로서 본원에 혼입되는, 2011년 12월 30일에 출원된 발명자들(Jordan Krechmer 및 Brian D. Musselman)에 의한 "열 보조 탈착 이온화 시스템들을 위한 장치 및 방법(APPARATUS AND METHOD FOR THERMAL ASSISTED DESORPTION IONIZATION SYSTEMS)"이라는 제목의 미국 특허 가출원 번호 제 61/582,204호;
- [0005] (3) 2012년 1월 17일에 출원된, 발명자들(Jordan Krechmer 및 Brian D. Musselman)에 의한, "열 보조 탈착 이온화 시스템들을 위한 장치 및 방법(APPARATUS AND METHOD FOR THERMAL ASSISTED DESORPTION IONIZATION SYSTEMS)"이라는 제목의 미국 특허 가출원 번호 제61/587,218호; 및
- [0006] (4) 2012년 2월 2일에 출원된, 발명자들(Jordan Krechmer 및 Brian D. Musselman)에 의한 "열 보조 탈착 이온화 시스템들을 위한 장치 및 방법(APPARATUS AND METHOD FOR THERMAL ASSISTED DESORPTION IONIZATION SYSTEMS)"이라는 제목의 미국 실용 특허 출원 일련 번호 제13/364,322호.
- [0007] 이들 출원들((1) 내지 (4))은 그 전체가 본원에 참조로서 명확하게 혼입된다.
- [0008] **발명의 분야**
- [0009] 본 발명은 표면으로부터의 중성 분자들의 탈착의 효율성 및 형성된 이온들의 운동 에너지를 제어하기 위한 방법들 및 디바이스들에 관한 것이다.

배경 기술

- [0010] 실시간 직접 분석(direct analysis in real time; DART) 소스를 사용한 외기에서의 고체들 및 액체들로부터 직접 분자들의 탈착 이온화를 위한 디바이스들의 개발은 이전에 미국 특허 번호 제6,949,741호 "대기압 이온화 소스(Atmospheric Pressure Ionization Source)"에 개시되어 왔으며, 이는 그 전체가 참조로서 명확하게 혼입된다. DART는 기체 상 이온화가 발생하는 동일한 캐리어 가스로 샘플의 탈착을 가져오기 위해 가열된 캐리어 가스를 사용한다. 불운하게도, 몇몇 검체(analyte)들의 탈착을 가능하게 하기 위한 충분한 온도로의 상기 캐리어 가스의 가열은 상당한 시간이 걸린다. 또한, 상기 가스에 의한 상기 샘플로의 열의 전달은 매우 효율적이지 않다. 그 전체가 참조로서 명확하게 혼입되는, 미국 특허 번호 제7,700,913호, "표면 이온화 분광법과 함께 사용하기 위한 샘플링 시스템(Sampling system for use with surface ionization spectroscopy)"에 개시된 가스 이온 분리가 샘플링의 효율성을 향상시키기 위해 사용될 수 있다.

발명의 내용

- [0011] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 메쉬는 대기압에 있을 수 있는 이온화 가스의 소스, 및 분광기의 주입구 사이에 위치될 수 있다. 상기 메쉬는 도전 재료로부터 만들어질 수 있으며 전기 전류를 운반할 수 있다. 본 발명의 실시예에서, 샘플은 상기 메쉬로 직접 증착될 수 있다. 전류는 와이어를 가열하기 위해 상기 메쉬에 인가될 수 있다. 샘플 관련 분자들이 상기 메쉬로부터 또는 그것에 아주 근접하여 탈착될 수 있다. 상기 탈착된 분자들은 상기 메쉬 및 분광기의 대기압 이온화(atmospheric pressure ionization; API)-주입구 사이에서의 영역에서 이온화 가스와 상호작용할 수 있다. 이러한 상호작용으로부터 형성되는 이온들은 분석을 위해 상기 분광기에 들어갈 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, 상기 탈착된 분자들은 이온 유동성 분광기(ion mobility spectrometer; IMS)의 경우에서처럼 전기장의 작용에 의해 분광기의 고압력 영역에 들어갈 수 있다. 이러한 경우에 상기 IMS의 단부(end)와 동일한 전위를 가진 와이어 메쉬에 바로 인접한 영역에 형성된 이온들이 분석을 위해 상기 IMS 분광기에 들어간다.
- [0012] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 메쉬는 대기압에 있을 수 있는 이온화 가스의 소스, 및 분광기의 주입구 사이에 위치될 수 있다. 상기 메쉬는 도전 재료로부터 만들어질 수 있으며 전기 전류를 운반할 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 샘플은 상기 메쉬로 직접 증착될 수 있다. 전류는 상기 와이어를 가열하여 상기 샘플의 이온 및 중립자를 탈착하기 위해 상기 메쉬에 인가될 수 있다.
- [0013] 샘플 관련 분자들은 상기 메쉬로부터 또는 그것에 아주 근접하여 탈착될 수 있다. 상기 탈착된 분자들은 상기 메쉬 및 분광기의 대기압 이온화(API)-주입구 사이에서의 영역에서 상기 이온화 가스와 상호 작용할 수 있다. 이러한 상호 작용으로부터 상기 와이어 메쉬에 가깝게 형성되는 상기 이온들은 전기 전위들이 상기 분광기의 불

름으로 이들 이온들을 끌어당기거나 또는 밀 수 있을 때 대기압 또는 대기보다 높은 압력에서 분석을 위해 상기 분광기에 들어갈 수 있다.

[0014] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 둘 이상의 메쉬는 대기압에 있을 수 있는 이온화 가스의 소스, 및 분광기의 주 입구 사이에 위치될 수 있다. 상기 둘 이상의 메쉬는 도전 재료로부터 만들어질 수 있으며 전기 전류를 운반할 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 둘 이상의 샘플들이 상기 메쉬의 둘 이상으로 직접 증착될 수 있다. 전류는 상기 와이어 메쉬를 가열하여 상기 대기압 영역으로 이온들 및 중립자들을 탈착하기 위해 메쉬를 포함한 상기 샘플의 둘 이상에 인가될 수 있다. 상기 와이어 메쉬로부터 탈착되거나 또는 그것에 아주 근접한 이온들의 운동 에너지는 인접한 메쉬 또는 일련의 메쉬에 인가된 전위를 조절함으로써 제어될 수 있다. 샘플을 동반한 와이어 메쉬 및 분광기의 대기압 이온화(API)-주입구 사이의 영역에서 상기 이온 운동 에너지의 제어는 둘 이상의 샘플들의 분석을 향상시키기 위해 사용될 수 있다. 상기 샘플을 동반한 와이어 메쉬 및 분광기의 대기압 이온화(API)-주입구 사이의 영역에서 상기 이온 운동 에너지의 제어는 상기 분광기의 분해능을 향상시키기 위해 바람직하다. 이러한 상호작용으로부터 형성되는 이온들은 분석을 위해 상기 분광기에 들어갈 수 있다.

[0015] 상기 와이어 메쉬로부터 탈착되거나 또는 그것에 아주 근접한 이온들의 운동 에너지는 상기 인접한 메쉬 또는 일련의 메쉬에 인가된 전위를 조절함으로써 제어될 수 있다. 상기 샘플을 동반한 와이어 메쉬 및 분광기의 대기압 이온화(API)-주입구 사이에서의 영역에서 상기 이온 운동 에너지의 제어는 상기 하나 이상의 샘플들의 분석을 위한 분광기로의 이온들의 전달을 향상시키기 위해 사용될 수 있다. 상기 와이어 메쉬로의 전기 전위의 인가는 상기 샘플을 동반한 와이어 메쉬 및 분광기의 대기압 이온화(API)-주입구 사이의 영역에서의 상기 이온 운동 에너지의 제한된 제어를 가능하게 하고, 이는 그것의 표면에 인가된 상이한 전기 전위를 갖거나 또는 상기 와이어 메쉬와 동일한 전위로 동작될 수 있다. 상기 분광기 주입구의 구성에 의존하여, 전위의 인가는 상기 분광기의 분해능을 향상시키기 위해 사용될 수 있다. 상기 와이어 메쉬에 가깝게 형성되는 이온들은 전기 전위들이 상기 분광기의 볼륨으로 이들 이온들을 끌어당기거나 또는 밀 수 있을 때 대기압 또는 대기보다 높은 기압에서 분석을 위해 상기 분광기에 들어갈 수 있다.

[0016] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 이온 유동성 분광기에 들어가는 이온들의 이온 에너지를 제어하기 위해, 상기 이온화를 지원하는 와이어 메쉬는 전위가 이온 운동 에너지를 제어하기 위해 인가되는 상기 와이어 메쉬 바로 앞에 위치될 수 있다. 이온 유동성 분광기들의 경우에, 상기 분광기에 들어가고 보유되기 위해 상기 IMS 입구에서의 전위에서 또는 그것에 매우 가깝게 이온들을 도입하는 것이 필요할 수 있다.

[0017] 종래의 IMS 디바이스들에서, 중성 분자들의 이온화는 상기 분광기의 볼륨에서 발생한다. 이온들은 ^3H (삼중 수소), ^{63}Ni , 또는 다른 방사성 물질들과 같은 원소들로부터의 방사성 입자 방출을 사용하여 발생된다. 플라즈마-기반 이온화는 또한 그 후에 상기 중성 분자들과 상호작용하여 그 볼륨에서 그것들을 이온화하는 이온들을 생성하기 위한 상기 샘플링 영역의 볼륨에서 방전을 사용하여 실현 가능하다. 상기 IMS의 볼륨의 내부에서의 이온들의 생성은 상기 전기장이 상기 이온화의 영역에서 균일하기 때문에 상기 이온화된 입자들에 대한 이온 운동 에너지들의 범위를 감소시킨다.

[0018] 상기 IMS에 대한 이온화 소스의 위치는 이온 궤적이 상기 IMS에 들어가진 전에 따라야 하는 거리를 결정한다. 상기 분광 시스템으로의 상기 입구로부터 매우 짧은 거리 떨어진 곳에 상기 IMS 이온화 영역을 위치 시키는 것조차도 상기 분광 시스템의 달성가능한 분해능에서의 감소를 야기한다. 가열된 와이어 메쉬로부터의 주위 압력 이온화의 경우에, 상기 샘플을 동반한 와이어 메쉬로부터의 상기 캐리어 가스로의 상기 샘플의 급속 기화가 상기 캐리어 가스 소스, 및 상기 IMS 분광 시스템의 주입구 사이에서 상기 IMS의 입구에 아주 근접하여 발생할 수 있다. 따라서 상기 IMS 분광기의 입구에 대한 상기 샘플을 동반한 와이어 메쉬의 위치는 이들 탈착된 분자들로부터 형성된 이온들의 운동 에너지에 영향을 미친다. 상기 IMS에 아주 근접한 상기 와이어 메쉬의 바로 부근에 형성되는 이온들의 운동 에너지 분포가 정정될 수 있다. 상기 실험에서 생성된 대다수의 이온들이 상기 와이어 메쉬에 아주 근접하여 대기압에서 또는 그것에 가깝게 생성되기 때문에, 이들 이온들은 상기 이온 유동성 분광기(IMS)의 볼륨 내에서 형성될 수 있다. 이온들의 운동 에너지는 그것들이 형성되는 전기장들과 관련된다. 상기 IMS 시스템들의 경우에서, 모든 이온들이 튜브 내에서 형성될 때 상기 운동 에너지는 균일한 것으로 생각되지만, 분광학적 분석을 위해 이온들의 샘플링을 실시하기 위해, 전위가 이온화 영역으로부터 가까운 거리에 브래드버리-닐슨 게이트(Bradbury-Nielson gate)를 형성하는 와이어들에 인가된다. 상기 BN-게이트 및 상기 이온들이 형성되는 위치 사이에서의 거리는 그것들의 운동 에너지에 영향을 준다. 상기 IMS 입구에 매우 인접하여 형성된 이온들의 에너지를 변경하기 위한 능력은 상기 IMS의 이온 집속(ion focusing)에 의해 제공된 이들 이온들의 제어를 향상시킨다. 상기 이온화 영역에 아주 근접한 상기 와이어 메쉬로의 전기 전위의 인가는 그러므로

상기 와이어 메쉬로부터 더 멀리 떨어져 형성된 것들보다 큰 정도로 상기 와이어 메쉬에 더 가까운 이들 이온들의 이온 운동 에너지를 변경할 것이다. 상기 BN-게이트를 개방 및 폐쇄하기 위해 사용된 전기 전위를 갖고 상기 와이어 메쉬에 인가된 전기 전위의 인가를 연결하는 것은 상기 게이트로부터 더 먼 이들 이온들이 더 가까운 이온들을 따라잡을 수 있게 하고, 따라서 상기 이온화 영역으로부터 상기 분광기의 이온 분리 영역으로 전달되기 때문에 보다 균일한 운동 에너지를 갖는 이온들의 무리를 생성하는 것을 가능하게 한다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에서, 샘플 분자들이 탈착되는 와이어 메쉬 및 상이한 전위가 인가된 상기 분광기의 입구 사이에 위치한 와이어 메쉬로의 전위의 인가는 상기 와이어 메쉬에 아주 근접하여 형성된 이온들의 운동 에너지를 변경하기 위해 사용된다.

[0020] 본 발명의 대안적인 실시예에서, 운동 에너지 제어 메쉬로의 작은 전위의 인가는 상기 분광기에 의한 상기 이온들의 거부반응을 초래할 것이다. 운동 에너지가 상기 분광기의 대기압 영역 내부에 형성된 이들 이온들과 상이한 거부반응 이온들의 작용은 그것이 샘플링되는 상기 이온들의 운동 에너지를 감소시키기 때문에 상기 분광기의 분해능을 추가로 향상시키기 위해 사용될 수 있다.

[0021] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 캐리어 가스로 상기 샘플의 보다 빠른 기화를 완료하기 위해, 상기 샘플을 동반한 메쉬는 상기 캐리어 가스 소스, 가스 이온 분리기 및 분광 시스템의 대기압 주입구 사이에 위치될 수 있다.

[0022] 본 발명의 대안적인 실시예에서, 샘플은 이온화 캐리어 가스가 흐를 수 있는 메쉬에 아주 근접하여 위치될 수 있는 제 2 표면에 증착될 수 있다. 샘플 관련 분자들은 상기 메쉬에 인가된 전류의 결과로서 상기 제 2 표면으로부터 탈착될 수 있다. 샘플 관련 분자들은 상기 메쉬를 통해 흐르는 전류를 증가시킴으로써 상기 메쉬의 가열의 결과로서 상기 제 2 표면으로부터 탈착될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 와이어를 통해 전달된 전류를 증가시킴으로써, 증가된 복사 가열이 생성될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 증가된 복사 열은 샘플에서 보다 적은 휘발 성분들의 탈착에 영향을 줄 수 있다.

[0023] 본 발명의 대안적인 실시예에서, 화학 물질이 이온화 캐리어 가스가 흐를 수 있는 상기 메쉬에 아주 근접하여 위치될 수 있는 제 2 표면에 증착될 수 있다. 상기 화학 물질의 분자는 상기 메쉬에 인가된 전류의 결과로서 상기 제 2 표면으로부터 탈착될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 와이어를 통해 전달된 전류를 증가시킴으로써, 증가된 복사 가열이 생성될 수 있어서, 그것이 다른 분자들을 이온화할 수 있는 이온을 생성하여 이온화될 수 있는 이온화 영역으로 상기 화학 물질의 증발을 초래한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 제 2 표면으로부터 탈착된 화학 물질은 샘플 관련 분자들을 이온화하기 위한 도펀트로서 작용한다.

도면의 간단한 설명

[0024] 본 발명은 그것의 특정 실시예들에 대하여 설명된다. 부가적인 양상들은 다음과 같은 도면들로부터 이해될 수 있다:

도 1은 이온화 가스를 위한 소스 및 분광기의 대기압 주입구 사이에 위치한 샘플 탈착을 위한 가열된 필라멘트를 포함한 샘플링 프로브의 모식도이다;

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라, 이온화 가스를 위한 소스 및 분광기의 대기압 주입구 전에 위치한 가스 이온 분리기 사이에 위치한 탈착 이온화를 위한 샘플 지지대로서 상기 메쉬를 포함하는 샘플링 시스템의 모식도이다;

도 3은 이온화 가스 소스 및 검체가 상기 메쉬 상에 위치한 가스 이온 분리기 사이에 위치한 상기 메쉬를 가열하기 위해 전원 공급기를 포함하는 샘플링 시스템의 모식도이다;

도 4는 (a) 분석 동안 생성된 325 달톤 이온의 부분적인 질량 크로마토그램 및 (b) 시간 = 0에서의 0 암페어로부터, 시간 = 30초에서의 6 암페어까지 상기 샘플을 지지하는 메쉬를 통과하는 전류를 빠르게 증가시키면서 섭씨 50도의 DART 캐리어 가스 온도를 사용하여 획득된 325 달톤에서의 쿨린에 대한 분자 이온을 포함한 질량 스펙트럼을 도시한다;

도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따라 메쉬에 인가된 약 4.5 암페어의 전류 및 섭씨 50도의 캐리어 가스 온도를 가진 열 보조 DART 소스를 사용하여 획득된 엑스트라 버진 올리브 오일 샘플의 질량 스펙트럼이다;

도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따라 상기 메쉬에 인가된 약 6.5 암페어의 전류 및 섭씨 50도의 캐리어 가스 온

도를 가진 열 보조 DART 소스를 사용하여 획득된 엑스트라 버진 올리브 오일 샘플의 질량 스펙트럼이다;

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 이온화 가스 소스, 상기 메쉬에 인가된 다공성 물질을 갖는 메쉬, 상기 메쉬를 가열하기 위한 전원 공급기를 포함하는 샘플링 시스템의 모식도이다;

도 7은 독립적인 전원 공급기들을 가진 두 개의 메쉬 조각들(mesh pieces)을 갖는 이온화 가스 소스를 포함하는 샘플링 시스템의 모식도이며, 여기에서 상기 메쉬들은 상기 샘플이 본 발명의 일 실시예에 따라 질량 분광기의 API-주입구 영역으로의 이온들의 전달을 허용하는 가스 이온 분리기에 아주 근접하여 위치되는 분석될 샘플 및 이온화 가스 소스 사이에 위치된다;

도 8은 단일의 전원 공급기로 가열된 두 개의 메쉬 조각들을 가진 이온화 가스 소스를 포함하는 샘플링 시스템의 모식도이며, 여기에서 상기 메쉬들은 상기 샘플이 본 발명의 일 실시예에 따라 질량 분광기의 API-주입구 영역으로의 이온들의 전달을 허용하는 가스 이온 분리기에 아주 근접하여 위치되는 분석될 샘플 및 이온화 가스 소스 사이에 위치된다;

도 9는 저장소 및 카드를 수반하는 메쉬와 이온화 가스 소스를 포함하는 샘플링 시스템의 모식도이며, 여기에서 상기 메쉬는 본 발명의 일 실시예에 따라 상기 질량 분광기의 API-주입구 영역으로의 이온들의 전달을 허용하는 가스 이온 분리기 및 이온화 가스 소스 사이에 위치된다;

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라, 메쉬에 부착된 발포 스폰지 플라스틱의 도면을 도시한다;

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따라, 카드를 수반하는 메쉬에 부착된 발포 스폰지 플라스틱에 인가되는 액체 샘플의 도면을 도시한다;

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라, 카드를 수반하는 메쉬 트로프에 포함된 우롱차 잎들의 도면을 도시한다;

도 13은 전원 공급기에 의해 가열될 수 있는 카드를 수반하는 메쉬에 부착된 발포 스폰지 플라스틱의 도면을 도시하며, 여기에서 상기 발포 스폰지 플라스틱 및 상기 메쉬는 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 이온화 가스 소스 및 가스 이온 분리기 사이에 위치된다;

도 14는 (a) 시간 = 0에서의 0 암페어로부터 시간 = 30초에서의 6 암페어까지 발포 스폰지 플라스틱에 인가된 샘플을 지지하는 상기 메쉬를 통과하는 전류를 빠르게 증가시키면서 섭씨 50도의 DART 캐리어 가스 온도를 사용하여 획득된 0 내지 2분의 시간 간격에 걸친 총 이온 크로마토그램(TIC); (b) 도 14(a)에 도시된 2분간의 분석 동안 생성된 195 달톤 이온의 부분적인 질량 크로마토그램; 및 (c) 도 14A에 도시된 상기 TIC의 0.68 내지 1.08 분 사이에 획득된 스펙트럼들을 합산함으로써 획득된 질량 스펙트럼;

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따라, 카드를 수반하는 두 개의 메쉬의 도면을 도시한다;

도 16은 본 발명의 일 실시예에 따라 전원 공급기에 의해 가열되는 카드와 연관된 메쉬 트로프에 포함된 우롱차 잎들의 샘플로부터 획득된 질량 스펙트럼을 도시한다;

도 17은 우롱차 잎들의 샘플로부터 획득된 종래의 DART 질량 스펙트럼을 도시한다;

도 18은 본 발명의 일 실시예에 따라, 질량 분광기의 API-주입구 영역에 아주 근접하여 위치한 카드를 수반하는 두 개의 메쉬의 도면을 도시한다;

도 19는 메쉬에 인가된 톨루엔 및 제 2 메쉬에 인가된 암모니아에서의 올리브 오일의 샘플로부터 획득된 질량 스펙트럼으로 도시하며, 여기서 이들 메쉬 모두는 본 발명의 일 실시예에 따라 단일의 전원 공급기(도시되지 않음)에 의해 가열되는 카드를 수반한다;

도 20은 전원 공급기에 의해 가열되는 카드를 수반하는 메쉬에 인가된 톨루엔에서의 올리브 오일의 샘플로부터 획득된 질량 스펙트럼을 도시한다;

도 21은 본 발명의 일 실시예에 따라, 카드를 수반하는 메쉬 트로프의 도면을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025]

과도적 용어 "포함하는(comprising)"은 "포함하는(including)", "포함한(containing)" 또는 "에 의해 특성화되는(characterized by)"과 동의어이며, 포괄적이거나 또는 개방형이며 부가적이고, 열거되지 않은 요소들 또는 방법 단계들을 배제하지 않는다.

- [0026] 과도적 용어 "~로 이루어진"은 청구항에서 특정되지 않은 임의의 요소, 단계, 또는 재료를 배제하만, 일반적으로 조성물에 수반되는 불순물들과 같은 본 발명과 관련되지 않은 부가적인 구성요소들 또는 단계들을 배제하지 않는다.
- [0027] 과도적 용어 "~로 필수적으로 이루어진"은 특정된 재료들 또는 단계들 및 청구된 발명의 기본적인이고 신규한 특성(들)에 실질적으로 영향을 미치지 않는 것들로 청구항의 범위를 제한한다.
- [0028] 대기압의 진공은 1 대기 = 760 토르(torr)이다. 일반적으로, 이러한 압력 범위에서 "대략"은 10^1 대기 = 7.6×10^3 토르 이하 내지 10^{-1} 대기 = 7.6×10^1 토르의 압력들의 범위를 포함한다. 10^{-3} 토르 이하의 진공은 고진공을 구성할 것이다. 일반적으로, 이러한 압력 범위에서 '대략'은 5×10^{-3} 토르 이하 내지 5×10^{-6} 토르의 압력들의 범위를 포함한다. 10^{-6} 토르 이하의 진공은 초고진공을 구성할 것이다. 일반적으로, 이러한 압력 범위에서 '대략'은 5×10^{-6} 토르 이하 내지 5×10^{-9} 토르의 압력들의 범위를 포함한다. 다음에서는, 관용구 '고진공'은 고진공 및 초고진공을 포함한다. 상기 가스 이온 분리기의 주요 기능은 검체 분자들을 포함한 중성 분자들의 질량 분광기로의 전달의 효율성을 증가시키면서 캐리어 가스를 제거하는 것이다. 비 도전 재료로 구성될 때, 상기 가스 이온 분리기는 또한 상기 질량 분광기의 주입구에 인가된 고전압을 절연시키거나 또는 차폐시키기 위해 사용될 수 있다.
- [0029] 필라멘트(filament)는 와이어의 루프, 와이어 세그먼트(segment), 금속 리본, 금속 소선 또는 비-절연된 와이어, 동물 끈, 종이, 다공 종이, 섬유, 직물, 실리카, 플라스틱, 플라스틱 폼, 고분자, 테플론, 고분자 함침 테플론, 셀룰로오스 및 소수성 지지 재료 코팅 및 함침된 필라멘트들 중 하나 이상을 포함한다.
- [0030] 금속은, 리튬, 베릴륨, 붕소, 탄소, 질소, 산소, 나트륨, 마그네슘, 알루미늄, 규소, 인, 황, 칼륨, 칼슘, 스칸듐, 티타늄, 바나듐, 크롬, 망간, 철, 코발트, 니켈, 구리, 아연, 갈륨, 게르마늄, 비소, 셀레늄, 루비듐, 스트론튬, 이트륨, 지르코늄, 니오븀, 몰리브덴, 테크네튬, 루테튬, 로듐, 팔라듐, 은, 카드뮴, 인듐, 주석, 안티모니, 텔루륨, 세슘, 바륨, 란타늄, 세륨, 프라세오디뮴, 네오디뮴, 프로메튬, 사마륨, 유로퓸, 가돌리늄, 테르븀, 디스프로슘, 홀름, 에르븀, 툴륨, 이테르븀, 루테튬, 하프늄, 탄탈륨, 텅스텐, 레늄, 오스뮴, 이리듐, 백금, 금, 수은, 탈륨, 납, 비스무트, 폴로늄, 프랑슘 및 라듐으로 이루어진 하나 이상의 원소들을 포함한다.
- [0031] 플라스틱은, 폴리스틸렌, 내충격성 폴리스틸렌, 폴리프로필렌, 폴리카보네이트, 저밀도 폴리에틸렌, 고밀도 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌, 내충격성 폴리스틸렌으로 함금된 폴리페닐 에테르, 발포 폴리스틸렌, 폴리페닐렌 에테르 및 펜탄으로 함침된 폴리스틸렌, 폴리페닐렌 에테르 및 펜탄으로 함침된 폴리스틸렌의 혼합 또는 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 중 하나 이상을 포함한다.
- [0032] 고분자는 스티렌, 프로필렌, 카보네이트, 에틸렌, 아크릴로니트릴 부타디엔, 염화 비닐, 불화 비닐, 에틸렌 테레프탈레이트, 테레프탈레이트, 디메틸 테레프탈레이트, 비스-베타-테레프탈레이트, 나프탈렌 디카르복실산, 4-히드록시벤조산, 6-히드록시나프탈렌-2-카복실산, 모노 에틸렌 글리콜(1, 2 에탄디올), 사이클로헥실렌-디메탄올, 1,4-부탄디올, 1,3-부탄디올, 폴리에스테르, 사이클로헥산 디메탄올, 테레프탈산, 이소프탈산, 메틸아민, 에틸아민, 에탄올아민, 디메틸아민, 헥사메틸아민 디아민(헥산-1,6-디아민), 펜타메틸렌 디아민, 메틸에탄올아민, 트리메틸아민, 아지리딘, 피페리딘, N-메틸피페리딘, 무수 포름알데히드, 페놀, 비스페놀 A, 사이클로헥사논, 트리옥산, 디옥솔란, 산화 에틸렌, 염화 아디포일, 아디프, 아디프산(헥산디올 산), 세바식산, 글리콜산, 락티드, 카프로락톤, 아미노카프로산으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 시약들로 합성된 재료 및/또는 이들 시약들의 중합으로부터 합성된 둘 이상의 재료들의 혼합을 포함한다.
- [0033] 플라스틱 폼은 폴리우레탄, 발포 폴리스틸렌, 페놀 폼, XPS 폼 및 양자 폼을 포함하여 가스 거품이 갇혀 있는 고분자 또는 플라스틱을 의미한다.
- [0034] 메쉬는 둘 이상의 연결된 필라멘트들, 둘 이상의 연결된 스트링들, 폼, 그리드, 다공 종이, 스크린들, 종이 스크린들, 플라스틱 스크린들, 섬유 스크린들, 직물 스크린들, 고분자 스크린들, 실리카 스크린들, 테플론 스크린들, 고분자 함침 테플론 스크린들, 셀룰로오스 스크린들 및 소수성 지지 재료 코팅 또는 함침된 메쉬 중 하나 이상을 의미한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 메쉬는 3개 이상의 연결된 필라멘트들, 3개 이상의 연결된 스트링들, 메쉬, 폼, 그리드, 다공 종이, 스크린들, 플라스틱 스크린들, 섬유 스크린들, 직물 및 고분자 스크린들 중 하나 이상을 포함한다.
- [0035] 도전 재료(도전성 메쉬)로 이루어진 메쉬는 검체들을 탈착시키기 위해 열 싱크로부터 열의 도전을 통해 또는 저

항을 통해 열을 발생시키는 전기 전류로 가열될 수 있다. 비-도전성 메쉬들(즉, 비-도전 재료로 이루어진 메쉬)에 인가된 검체들은 메쉬에 직접이라기보다는 검체를 가열함으로써(예로서, 마이크로파 또는 RF 발생기들로 상기 검체를 가열하거나, 또는 레이저, 메이저 또는 다른 주파수 광원을 갖고 상기 검체를 가열함으로써) 탈착될 수 있다.

[0036] 배치된은 부착된, 붙여진, 달라붙은, 삽입된, 위치한 또는 그렇지 않다면 수반된을 의미한다. 따라서 종이 스크린은 상기 스크린을 위한 종이 및 상기 카드를 위한 종이가 단일의 구성인 카드상에 배치될 수 있다. 카드는 샘플 홀더를 의미한다. 카드는 종이, 판지, 절연 재료들, 도전 재료들, 플라스틱, 고분자들, 광물들 및 금속들 중 하나 이상으로 만들어질 수 있다. 저장소는 액체, 기체 또는 고체 샘플 중 하나 이상을 포함하기 위해 사용된 용기(vessel)이다.

[0037] 다음의 설명에서, 본 발명의 다양한 양상들이 설명될 것이다. 그러나, 본 발명은 본 발명의 단지 몇몇 또는 모든 양상들에 대해 실시된 것일 수 있다는 것이 이 기술분야의 숙련자들에게 명백할 것이다. 설명을 위해, 특정 숫자들, 재료들, 및 구성들이 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해 제시된다. 그러나, 본 발명은 특정 상세들 없이 실시될 수 있다는 것이 이 기술분야의 숙련자에게 명백할 것이다. 다른 경우들에서, 잘알려진 특징들은 본 발명을 모호하게 하지 않기 위해 생략되거나 또는 간소화된다.

[0038] 설명의 부분들은 데이터, 선택, 검색, 생성 등과 같이, 이 기술분야의 다른 숙련자들에게 그들의 작업의 본질을 전달하기 위해 이 기술분야의 숙련자들에게 흔히 이용되는 방식과 일관된, 데이터 프로세싱 용어들로 제공될 것이다. 이 기술분야의 숙련자들에게 잘 이해되는 바와 같이, 이들 양들(데이터, 선택, 검색, 생성)은 프로세서 및 그것의 서브시스템들의 전기적, 광학적, 및/또는 생물학적 구성요소들을 통해 저장되고, 전달되고, 조합되며, 달리 조작될 수 있는 전기적, 자기적, 또는 광학적 신호들의 형태를 취한다.

[0039] 다양한 동작들이 본 발명을 이해하는데 가장 도움이 되는 방식으로, 차례차례 다수의 별개의 단계들로서 설명될 것이지만; 설명의 순서는 이들 동작들이 반드시 순서 종속적임을 내포하는 것으로서 해석되어서는 안된다.

[0040] 다양한 실시예들이 객체-지향 프로그래밍 패러다임에서 대표적인 클래스들 및/또는 객체들에 관하여 예시될 것이다. 본 발명은 예시적인 목적들을 위해 여기에 포함된 것 뿐 아니라 임의의 수의 상이한 클래스들/객체들을 사용하여 실시될 수 있다는 것이 이 기술분야의 숙련자에게 명백할 것이다.

[0041] 본 발명은 유사한 참조 번호들이 유사한 요소들을 나타내는 첨부한 도면들의 도면들에서 제한으로서가 아닌 예로서 도시된다. 본 개시에서 '한(an)' 또는 '하나의(one)' 실시예에 대한 참조들은 반드시 동일한 실시예에 대한 것이 아니며, 이러한 참조들은 적어도 하나를 의미한다는 것에 주의하여야 한다.

[0042] 다양한 샘플들 및 다양한 실험 조건들에 대한 DART 기술의 이용에 대한 지장이 여전히 존재한다. 이전에, 샘플들의 보다 포괄적인 분석을 용이하게 하기 위해, DART 탈착 이온화 방법은 준안정 종들을 포함하는, 캐리어 가스의 가열을 이용하였다. 상기 캐리어 가스 온도가 증가됨에 따라, 이때 분자들이 증발되었고, 상기 준안정 종들과의 상호 작용이 상기 분자들의 이온화를 야기하였다. 가열된 가스를 사용한 에너지의 이러한 전달은 분석 프로세스의 효율성을 제한한다. 이것은 큰 볼륨의 가스의 소비를 초래하며, 보다 중요하게는 상기 분석을 위해 소요된 시간에 상당한 지연을 보다 상당히 부가한다. 상기 캐리어 가스 온도를 300도 만큼 증가시키기 위해 요구된 시간은 수 분일 수 있다. 반대로, 최적의 온도에서 질량 스펙트럼의 수집을 위해 요구된 시간은 1초만큼 짧을 수 있다. 금속 기관을 사용하여 보다 효율적인 가열을 가능하게 하는 것은 종종 관심 있는 재료의 열 분해에서의 증가를 초래한다. 마찬가지로, 상기 캐리어 가스의 보다 효율적인 가열을 가하는 것은 상기 캐리어 가스에 존재하는 준안정 종들에 부정적 영향을 미치지 않고 달성하기 어렵다.

[0043] 가스가 이를 통해 흐르는 상기 캐리어 가스의 경로에서 직접 다공성 표면에 샘플을 배치하는 본 발명의 다양한 실시예들에서, 소위 "송신-DART" 구성은 이온화 가스의 가열을 요구하지 않는 방법을 야기한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 송신-DART 구성은 기체 상 이온화 이전에 검체의 보다 적은 열 열화를 초래한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 송신-DART 구성은 종래의 개방 공기 이온화 실험들에서 관찰된 것보다 상기 샘플의 열 분해로부터 도출된 보다 적은 이온들을 가진 질량 스펙트럼들의 생성을 초래한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 송신-DART 구성은 상기 실험 동안 상당히 더 낮은 볼륨의 가스 캐리어를 사용한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 송신-DART 구성은 이온화를 위한 준안정 종들을 제공하기 위해 상기 캐리어 가스의 기능을 감소시킨다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 송신-DART 구성은 상기 샘플로 열을 전달하는 다공성 표면에 아주 근접한 메쉬를 통해 전기 전류를 향하게 함으로써 상기 다공성 표면을 가열한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 송신-DART 구성은 상기 가열된 영역으로부터의 분자들만이 증발하기 때문에,

캐리어 가스 온도를 낮추어 상기 분석의 공간 분해능에서의 증가를 가능하게 한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 송신-DART 구성은 샘플들이 서로 보다 근접하여 위치될 수 있기 때문에, 상기 메쉬의 특정 영역들의 직접 가열이 보다 고도의 철저한 분석을 용이하게 하도록 한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 다공성 표면들의 가열에의 상기 송신-DART 구성의 인가는 종래의 DART 실험에 의해 이용가능한 것보다 더 빠른 탈착을 야기한다.

[0044] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 샘플은 상기 메쉬로의 전류의 인가로부터 발생된 열이 상기 샘플로부터 이온화가 발생하는 기체 상으로 분자의 탈착을 야기하기 위해 상기 메쉬에 아주 근접한 제 2 표면상에 증착된다.

[0045] 본 발명의 대안적인 실시예에서, 상기 가스의 온도 및 상기 가열되지 않은 메쉬의 온도가 동시에 증가하여 상기 샘플의 분석을 위해 기체 상으로 분자들의 증착을 달성하도록 샘플의 별개의 부분 표본들은 별개의 메쉬 조각들(mesh pieces) 상에 위치되고 동일한 이온화 가스의 존재시 서로에게 아주 근접하여 위치된다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 메쉬는 샘플이 분석을 위해 적용되는 다공성 재료에 의해 둘러싸여진다. 상기 이온화 가스 소스 및 상기 분광기의 주입구 사이에서의 영역에 상기 샘플을 위치시킨 후, 상기 둘러싸는 재료의 가열 및 이온화를 위한 기체 상으로의 분자들의 탈착의 완료를 위해 전류가 상기 메쉬에 인가된다.

[0046] 양쪽 논문들 모두 여기에서 전체적으로 참조로서 명확하게 혼입되는, 실시간 직접 이온화(DART)(Anal. Chem., 2005, 77, 2297-2302, Cody, R.B., Laramée, J.A., Durst, H.D.의 "주위 조건들 하에서 외기에서의 재료들의 분석을 위한 다용도의 새로운 이온 소스") 및 탈착 전기분사 표면 이온화(Desorption Electrospray Surface Ionization; DESI)(Science, 2006, 311, 1566-1570, Cooks, R.G., Ouyang, Z., Takats, Z., Wiseman, J.M.의 "주위 질량 분광 분석법")은 질량 분광기 시스템들에 의한 검출을 위해 외기에서 이온들을 생성함으로써 표면 탈착 이온화를 가능하게 하는 최근의 개발들이다. DART의 발명 이래, 다양한 가스-기반 개방 공기 이온화 시스템들은, 이에 제한되지 않지만, 유전체 장벽 방전 이온화로도 알려진 플라즈마 보조 탈착/이온화(PADI, DBDI 또는 DCBI), 탈착 대기압 화학적 이온화(DAPCI), 탈착 음파 분사 이온화(DeSSI), 탈착 대기압 광이온화(DAPPI), 및 흐름 대기압 잔광(FAPA)을 포함하는 것으로 나타난다. 개방 공기에서 순수한 분자들을 탈착시키고 이온화하기 위한 능력은 검체 샘플들의 빠른 실시간 분석을 위한 다수의 이점들을 제공한다. 상기 DART 이온화 소스의 경우에, 캐리어 가스 온도를 변경하기 위한 능력은 샘플들의 열 프로파일링을 허용하기 위해 사용되어 왔다. 열의 이러한 인가는 상기 샘플의 다양한 성분들에 대한 보다 철저한 검출을 허용하였다. 이것은 특히 상기 샘플의 성분들이 상이한 증기압을 가질 때 사실이다. 불운하게도, 가열기들의 저항 특성 및 이들 방법들이 상기 샘플에 열을 전달하기 위해 사용하는 큰 볼륨의 가스로 인해, 고온에서의 동작은 다수의 제한들을 수반한다. 예를 들면, 상기 소스를 빠져나오는 가스의 온도가 원하는 온도로 증가하기를 기다리는 것은 수분이 소요되어 샘플의 분석을 상당히 늦출 수 있다.

[0047] 고체 물질들 또는 이들 물질들의 표면에 존재하는 재료들의 화학적 조성의 결정은 이들 재료들을 화학적 분석기로 제거함으로써 용이해진다. 상기 표면으로부터 화학 물질들을 제거하기 위한 방법들은 가열된 가스, 상기 표면으로 열을 방사할 수 있는 열 소스의 사용, 표면에 존재하거나 또는 이에 포함되는 화학 물질들을 용해시키기 위해 물 또는 용매들과 같은 액체의 인가를 포함한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 스팀 또는 가열된 물을 공급하는 분사들을 사용함으로써 표면으로부터 중성 분자들을 탈착시키는 것이 바람직하다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 표면으로부터 방출된 상기 탈착된 중성 분자들을 제거하기 위해 상기 표면의 부근에서 진공을 인가하는 것이 바람직하다. 이러한 조합은 가열된 수증기 탈착 재료의 작용을 조합하여 상기 표면으로부터 재료를 탈착하고, 상기 표면 면적으로부터 증기를 빨리 제거하기 위해 흡입을 또한 이용하여 상기 표면상으로의 액체의 응결을 회피한다.

[0048] 화학적 분석에서의 문제점은 물의 사용이 많은 화학 센서들을 손상시킬 수 있으며 그러므로 일반적으로 말해 상기 수증기가 응결되며 액체 상태로 사용된다는 것이다. 향상된 분석 스루풋 및 수하물, 옷, 판지와 같은 다공성인 표면들 상에 및 분석으로부터 내부에 있는 화학 물질들을 보호하기 위해 밀봉될 수 있는 패키징의 내부에 존재될 수 있는 화학 물질들의 측정에 수반된 이유들을 위해, 가열된 수증기 또는 스팀의 지향성 분사는 완성된 화학적 분석을 달성하기 위해 표면들에 바로 근접하거나 또는 표면들로부터 분자들을 제거하기 위해 사용된다.

[0049] 많은 경우들에서 마약과 같은 불법 재료들 또는 음식을 운반하는 컨테이너들은 액체 또는 다른 화학 물질들에 대한 노출을 방지하기 위해 플라스틱에 패키징된다. 플라스틱 패키징은 투과성이 아닌 것으로 생각되지만, 재료들을 잘 구부러지게 유지하기 위한 요구 때문에, 가소제들로서 정의된 작은 분자들은 상기 패키징 재료의 구

성의 필수적인 부분이다. 가스제들의 사용은 상기 컨테이너의 내부에서 상기 컨테이너의 밖으로 자유롭게 이동할 수 있는 플라스틱의 액체 성분이 존재함을 본질적으로 의미한다. 하나의 표면으로부터 또 다른 표면으로 및 원래대로의 분자의 움직임은 분자들의 움직임을 증가시키기 위해 고온 및 저온 처리들을 교번함으로써 구동될 수 있다. 가스제들은 일반적으로 불활성 분자들로 생각되지만, 그것들은 접촉 기간이 짧은 시간 기간일 때조차, 그것들이 접촉하는 화학 물질들을 결합 및 방출할 수 있는 기능적 화학 서브유닛들을 포함한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 가열된 수증기의 펄싱된 분사는 플라스틱 패키지의 내용물들의 구성을 조사하기 위해 상기 플라스틱 패키지의 외부 표면에서 향해질 수 있다.

[0050] 세관 검사의 경우에, 몇몇 화학 물질들은 개방하기에 너무 위험한 것으로 간주될 수 있다. 단순한 경제적 고려가 만연하며 종종 높은 가치의 화학물질들이 세금을 절약하기 위해 수입품에 대해 라벨이 잘못 붙여진다. 양성의 샘플링 프로토콜에 의해 극미한 양의 샘플을 본질적으로 추출하기 위한 능력은 이들 조사관들을 도울 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 가열된 수증기의 분사는 플라스틱 패키지의 내용물의 구성을 조사하기 위해 상기 플라스틱 패키지의 외부 표면에 향해질 수 있다.

[0051] **트리아실-글리세라이드의 지방산 함량의 측정**

[0052] 가스 크로마토그래피 기구의 가열된 인젝터에서 메틸-에스테르들의 직접 형성을 위한 방법은 시간 소모적인 비누화 단계를 바이패스하기 위한 전위를 보여준다. 상기 실험은 상기 산 및 그것의 메틸화의 동시 가수분해, 에스테르 교환반응을 이끄는 GC 인젝터의 가열된 볼륨으로의 주입으로 이어지는, 화학적 시약, 테트라메틸 암모늄 하이드록시드를 검체와 함께 혼합하는 것을 통합하였다. 본 발명의 일 실시예에서, 대안적인 반응 물질들은, 이에 제한되지 않지만, 메탄올에서의 삼플루오르화붕소, 염화 테트라메틸암모늄 및 지방산들의 에스테르 교환반응을 위해 흔히 사용된 유사한 시약들을 포함한 메틸-에스테르들의 직접 형성을 위해 사용될 수 있다.

[0053] 본 발명의 일 실시예에서, 트리아실-글리세라이드 함유 샘플은 스크린으로의 전기 전류의 인가에 의해 빠르게 가열될 수 있는 도체 스크린상에서 개방 공기에서의 메틸화 시약과 조합된다. 불활성 캐리어 가스 함유 준안정 헬륨 원자로서 상기 스크린의 급속 가열은 이온화가 발생하는 기체 상으로의 반응 생성물들의 탈착을 이끈다. 불활성 가스의 사용은 지방산 메틸 에스테르들의 양자화된 분자들의 생성을 초래한다. 상기 반응 생성물들은 질량 분광기를 사용하여 순식간에 검출될 수 있다.

[0054] 본 발명의 일 실시예에서, 원래의 샘플에 존재하는 지방산들의 유형 및 퍼센티지의 결정은 각각의 지방산 메틸 에스테르의 상대적인 비율들을 측정함으로써 달성될 수 있다. 이것은 통상적으로 가열 및 탈착 이온화 이전에 원래의 반응 혼합물에 동위 원소 라벨링된 지방산들을 도입함으로써 실행될 수 있다. 개개의 지방산 메틸 에스테르들의 상대적인 이온화 전위가 변할 수 있지만, 이들 표준들의 사용은 상기 혼합물에 존재하는 지방산들의 상대적인 비율을 할당할 때 사용하기 위한 보정 계수들을 제공하도록 작용할 것이다.

[0055] 상기 DART 캐리어 가스 스트림에서의 샘플들의 열 탈착은 가열된 필라멘트를 사용하여 실행될 수 있다. 이러한 기술은 상기 샘플에 존재하는 검체 분자들의 이온 특징들을 생성할 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 샘플 분석은 그것의 원위부(128)에서 필라멘트에 의해 프로브(102)로 작은 양의 샘플을 적용하고 상기 DART 소스(101) 및 상기 질량 분광기의 API-주입구(152) 사이의 갭으로 상기 필라멘트를 삽입함으로써 완료될 수 있다. 가변 전류 전원 공급기(160)는 와이어를 가열하고 검체 분자들을 탈착시키기 위해 사용될 수 있다. 결과적인 질량 스펙트럼은 상기 DART 실험을 위해 통상적으로 관찰된 이온들을 포함하지만, 상기 대기압 주입구에 아주 근접하여 상기 필라멘트를 배치하는 것은 극적으로 낮아지고 그 결과 안정되지 않은 이온 생성과 일치하는 약한 신호를 야기한다. 안정되지 않은 이온 전류는 재생력 및 민감도 둘 모두에 좋지 않은 영향을 미치기 때문에, 상기 접근법은 신호 프로세싱을 위해 안정된 배경을 요구하는 미량의 오염 물질들의 검출 및 양적인 분석에서의 사용을 위해 적절하지 않다.

[0056] 탈착 이온화 영역에서 전기장에 의해 야기된 불안정의 이슈를 처리하기 위해, 메쉬 홀더(290)에 삽입된 큰 포맷 메쉬(216)는 상기 DART 소스(201) 및 상기 질량 분광기의 API 주입구(252) 및 절연체/아이솔레이터로서 사용된 가스 이온 분리기(234) 사이에서의 영역에 위치될 수 있다. 가스 이온 분리기는 DART 이온화의 신호 대 잡음비를 개선할 수 있는 디바이스이다. 상기 가스 이온 분리기는 상기 DART 소스의 원위부에서의 탈착 이온화 영역 및 상기 분광기의 API 주입구 사이에 위치된 짧은 길이의 튜빙(tubing)으로 구성될 수 있다. 상기 가스 이온 분리기는 상기 API-주입구에 이온들을 수송하기 위해 사용될 수 있다. 그러나, 그것이 이 실험에서 전기 절연체 또는 아이솔레이터로서 또한 동작할 수 있다. 도 2에 도시된 본 발명의 다양한 실시예들에서, 가스 이온 분리기(234)는 질량 분광기의 API-주입구(252) 및 상기 메쉬(216) 사이에 위치될 수 있고, 이는 상기 분광기에 도입된 캐리어 가스의 양을 제한하지 않으면서 증가된 이온 생성을 야기한다. 이러한 실험적 구성의 구현은 상기

샘플이 적용되는 와이어의 금속 및 대기압 주입구(252)의 금속 표면 사이에서의 거리를 증가시킴으로써 불안정을 줄이며, 이것은 종종 높은 전기 전위를 운반한다. 그러므로 상기 DART 소스 및 상기 질량 분광기의 API-주입구 사이에서의 갭에 삽입된 직접 프로브를 사용함으로써 획득된 질량 스펙트럼들은 가스 이온 분리기(234)를 사용함으로써 안정화될 수 있다.

[0057] 상기 메쉬가 샘플과 함께 로딩되며 상기 DART 소스 및 상기 질량 분광기 검출기의 API 주입구 사이에 위치되는 상기 실험적 구성은 '송신 DART' 모드로서 불리운다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 가열된 이온화 캐리어 가스는 그 주변보다는 상기 메쉬 표면을 통해 및 그것에 걸쳐 흐른다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 송신 DART는 양호한 민감도를 갖고 탈착 이온화 및 분자들의 검출을 촉진시킨다. 이온화가, 종래의 DART에서처럼 비-도전 표면으로부터 직접 탈착, 즉 유리 모세관 튜브로부터의 탈착과 비교하여 상기 메쉬를 사용할 때 보다 낮은 캐리어 가스 온도에서 가능하다는 관찰은 급속 가열 시스템의 설계를 이끌었다.

[0058] 도 3에 개략적으로 도시된, 본 발명의 다양한 실시예들에서, 가열된 캐리어 가스는 DART 소스(301)를 빠져나오며 메쉬(316)로 코팅된 샘플을 접촉한다. 상기 메쉬(316)는 상기 소스(301) 및 상기 샘플로부터 생성된 이온들을 상기 질량 분광기의 대기압 주입구의 샘플링 영역에 수송할 수 있는 가스 이온 분리기(334)의 근위부 사이에 위치될 수 있다. 가변 전류의 저 전압 전원 공급기(360)의 양 및 음의 단자들로부터의 별개의 전기적 리드들은 상기 메쉬를 통해 전기 전류를 공급하기 위해 와이어 그리드의 반대 측면들에 연결될 수 있다.

[0059] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 DART 소스의 출구 및 상기 분광기의 API 주입구 사이에 일렬로 위치된 메쉬로 구성된 샘플 스테이지를 배치하는 것은 DART를 사용한 검체들의 열 보조 이온화(TA-DART)를 가능하게 한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 실온의 캐리어 가스를 가진 DART 소스를 사용하고 상기 메쉬를 통해 전류의 약 1 내지 7 암페어를 전달하는 것은 수 초 내에 분자들의 탈착 이온화를 야기한다. 측정된 상기 질량 스펙트럼들은 고온(섭씨 300도 이상)으로 증가된 캐리어 가스에 의해 획득된 질량 스펙트럼과 비슷하다. 가열된 캐리어 가스에 의해 측정된 질량 스펙트럼들은 상기 측정이 착수될 수 있기 전에 수 분을 요구한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 메쉬 상에 증착된 퀴닌의 부분 표본의 분석을 위해 실온 캐리어 가스를 가진 DART 소스를 사용하는 것은 초기에 대략 0 암페어에서 대략 6 암페어로 상기 메쉬를 통해 흐르는 전류를 빠르게 올림으로써 25초 미만으로 완료된다. 결과적인 질량 크로마토그램(도 4(a))은 급속 탈착 프로파일을 도시한다. 도 4(b)는 단편화 또는 산화가 없거나 또는 적은 $[M+H]^+$ 이온 영역의 질량 스펙트럼을 도시한다. 종래의 DART 분석 조건들 하에서, 퀴닌의 탈착은 대략 섭씨 300도들의 가스 온도를 요구한다. TA-DART로 실행된 실험들로부터의 스펙트럼들은 종래의 DART 실험의 것들에 비하여 순수한 양자화된 분자들로서 검출된 관심 있는 분자들에 대해 유사한 민감도 및 신호 강도를 드러내었다.

[0060] 올리브 오일은 대부분 약 900 달톤의 질량을 갖는 트리글리세라이드를 포함한다. 올리브 오일에 대한 TA-DART 스펙트럼들은 종래의 DART와 비교하여 예상하지 못한 결과를 드러내었다. 도 5a에 도시된 스펙트럼은(m/z 371.0, 577.8, 603.6, 876.4, 902.4 및 903.4에서의 이온들을 가진) 이러한 유형의 오일의 종래의 DART 분석과 유사하며, 예를 들면, 그 논문이 본원에 그 전체가 참조로서 명확하게 혼입되는, Analytica Chimica Acta, 645 (2009) 56-63, Vaclavik. L., Cajka, T., Hrbek, V., Hajslova, J.,의 올리브 오일 품질 및 진위 평가를 위한 실시간 직접 분석(DART) 이온 소스를 이용한 주위 질량 분광 분석법을 참조하라. 도 5a는 상기 메쉬에 인가된 전류가 대략 4.5 암페어의 중간값에 있을 때 획득되었다. 250 내지 500 달톤의 질량 범위에 있는 다수의 이온들의 존재는 순수한 트리글리세라이드의 열 열화 생성물들로 인한 것일 수 있다. 그러나, 도 5b(m/z 603.8, 604.8, 876.4, 902.5, 903.6, 및 904.5에서의 이온들을 갖는)에 도시된 바와 같이, 저질량 이온들에서 TA-DART 스펙트럼의 상당한 감소가 대략 6.5 암페어의 훨씬 더 높은 전류가 상기 메쉬에 인가될 때 관찰되었다. 예를 들면, 500 내지 610 달톤 질량 범위에서 디글리세리드 관련 이온들의 상대적인 빈도수의 감소 및 250 내지 400 달톤 질량 범위에서의 모노-글리세리드 관련 이온들의 부재가 존재하였다. 보다 높은 전류 TA-DART를 사용함으로써 생성된 보다 깨끗한 질량 스펙트럼들이 상기 스펙트럼이 주요한 순수 이온들에 의해 지배되기 때문에 해석하기가 보다 용이할 수 있다. 이러한 결과는 심지어 매우 높은 전류들이 가열된 캐리어 가스에 의한 종래의 DART에서 통상적으로 달성된 온도보다 상당히 더 높은 와이어 표면상에서의 온도를 발생시키기 위해 사용될 때조차 일관되게 관찰되었다.

[0061] 본 발명의 다양한 실시예들에서, TA-DART는 통상적으로 대략 섭씨 400도를 초과하는 DART 캐리어 가스 온도를 요구할 양자화된 순수 분자들을 생성한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, TA-DART는 대략 섭씨 400도의 온도로 가열된 캐리어 가스를 사용한 종래의 DART에 의해 샘플의 스펙트럼을 측정하기 위해 요구된 시간의 대략 1/20에서 샘플의 스펙트럼을 측정하기 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, TA-DART는 열 열

화로부터 도출된 이온들의 생성에서 상당한 감소를 초래한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, TA-DART는 DART의 보다 광범위한 분야의 사용을 가능하게 할 수 있다.

[0062] 트리글리세라이드의 열 분해를 감소시키는 것은 관심 있는 화학 물질들에 대한 혈액의 직접 분석에서 실제적인 적용을 갖는다. 약학적 연구들을 위한 혈장 및 전혈 스팟의 DART 분석은 방법의 효율을 제한한 풍부한 저질량 이온들을 생성하며, 예를 들면, 양쪽 논문들 모두가 여기에 전체적으로 참조로서 명확하게 혼입되는, Rapid Communications in Mass Spectrometry, 2008, 22(20): 페이지 3217-3224, Zhao Y., L.M., Wu D., Mak R.,의 샘플 준비 및 액체 크로마토그래피 분리 없이, 실시간 탠덤 질량 분광 분석법에서의 직접 분석을 통한 플라즈마에서의 작은 분자들의 정량화, 및 Analytical Chemistry, 2008. Anal. Chem. 2009, 81, 193-202. Yu, S., 등의 샘플 세척 또는 크로마토그래피가 없는 생분석: 생물학적 매트릭스에서의 약물의 정량화를 위한 실시간 직접 분석 이온화 질량 분광 분석법의 평가 및 초기 구현,을 참조하라.

[0063] 많은 신약 후보들의 질량이 지질 분해의 생성물들과 동일한 질량 영역에 있기 때문에, 이들 생성물들의 생성에 있어서의 감소가 특히 바람직할 것이다. TA-DART가 상당한 농도의 포스파티딜에탄올 아민들, 포스파티딜-콜린들, 포스파티딜-세린들 및 포스파티딜-이노시톨들뿐만 아니라 보다 큰 지방산 다양성을 가진 트리글리세라이드를 포함하는 인간 및 동물 혈액으로부터 보다 단순한 질량 스펙트럼을 생성할 수 있는 가능성은 약물 성분들에 대한 보다 낮은 검출 한계들을 가능하게 할 수 있다.

[0064] 종래의 DART 및 TA-DART에 의한 전혈로부터의 상기 질량 스펙트럼들의 비교는 혈액에서의 약물들의 검출을 위한 TA-DART 방법의 효율을 확인하였다. TA-DART를 가진 저질량 범위에서의 주요 이온들의 부재는 상기 질량 범위에서의 많은 약물이 보다 큰 신호-대-잡음으로 보다 쉽게 검출될 수 있음을 제안한다.

[0065] 또 다른 클래스의 열 민감 분자들은 살충제들을 포함한다. 과일은 폴리에틸렌 폼 재료의 조각(piece)에 상기 과일을 문지름으로써 샘플링될 수 있다. 샘플 수집 후, 상기 조각의 폼은 종래의 DART 소스 및 상기 API-MS에 부착된 가스 이온 분리기의 입구 튜브 사이에 위치되었다. 대략 150°C 내지 400°C로부터 DART 캐리어 가스를 가열하는 것은 그 시간 동안 상기 폼 상에 수집된 살충제들이 이온화되고 검출을 위해 상기 질량 분광기에 전달되는 2분을 요구한다. 상기 살충제들은 매우 긴 시간 기간들에 걸쳐 탈착되어 정량화를 어렵게 하였다. 상기 메쉬와 달리, 상기 폼의 열 특성들은 최대 온도에 도달하기 위해 요구된 시간을 증가시킨다. 폼에 아주 근접하여 메쉬를 배치하는 것은 상기 폼의 보다 급속한 가열을 허용하여, 보다 빠른 분석을 가능하게 할 수 있다. 도 6은 상기 이온화 가스 소스(601) 및 분석될 샘플이 적용되는 다공성 물질(678) 사이에 위치한 홀더(690)에 삽입된 메쉬(616)를 통합한 샘플링 시스템의 모식도를 도시하며, 여기에서 상기 다공성 물질(678)은 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 질량 분광기의 API-주입구로의 이온들의 전달을 허용하는 가스 이온 분리기(634)에 아주 근접하여 위치된다. 전원 공급기(660)는 상기 메쉬를 가열하기 위해 사용된다.

[0066] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도 10에서의 카드 홀더에 적용된 와이어 메쉬(1020)에 부착되게 도시된 발포 스폰지 플라스틱(1010)은 고체, 액체 또는 기체/액체 샘플을 포함하기 위해 사용될 수 있다. 도 11에 도시된 바와 같이, 액체 샘플은 피펫(pipette)(1140)으로부터 카드 홀더(1130)에 수반되어 와이어 메쉬(1020)에 부착되게 도시된 상기 발포 스폰지 플라스틱(1010)으로 증착될 수 있다. 도 13은 상기 이온화 가스 소스(1360) 및 질량 분광기의 API-주입구 영역(도시되지 않음)으로의 이온들의 전달을 허용하는 가스 이온 분리기(도시되지 않음) 사이에 위치한 질량 분광기로의 입구(1370)에 장착된 카드(1130)에 수반된 메쉬(1020)에 부착된 발포 스폰지 플라스틱(1010)을 도시한다. 도 14는 (a) 시간 = 0에서의 0 암페어로부터 시간 = 30초에서의 6 암페어까지 발포 스폰지 플라스틱에 인가된 샘플을 지지하는 메쉬를 통과하는 전류를 빠르게 증가시키면서 섭씨 50도의 캐리어 가스 온도를 사용하여 획득된 0 내지 2분의 시간 간격에 걸친 총 이온 크로마토그램(total ion chromatogram; TIC); (b) 도 14a에 도시된 2분 분석 동안 생성된 195 달톤 이온의 부분 질량 크로마토그램; 및 (c) 도 14a에 도시된 TIC의 0.68 내지 1.08 사이에 획득된 스펙트럼들을 합산함으로써 획득된 질량 스펙트럼(m/z 217.0 및 233.9에서의 이온들을 포함)을 도시한다.

[0067] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 비-도전 다공성 물질은 DART 소스 및 API 주입구 사이에 바로 위치한 비-도전 재료를 유지하기 위해 한 쌍의 메쉬 스트립들 사이에 위치된다. 상기 메쉬로의 상기 전류는 상기 비-도전 재료(폼) 가까이에서 방사 열의 소스를 구현하고 그것이 상기 메쉬를 통과할 때의 가스 온도를 증가시키기 위해 점차 증가될 수 있다.

[0068] 도 7은 두 개의 전원 공급기들(760, 762, 단지 760 회로의 일부만이 도시된다)을 가진 두 개의 메쉬들(716, 718)을 통합한 샘플링 시스템의 모식도를 도시하며, 여기에서 상기 메쉬들(716, 718)은 상기 이온화 가스 소스(701) 및 분석될 샘플 사이에 위치되며, 상기 샘플은 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 상기 질량 분광기의

API-주입구 영역으로의 이온들의 전달을 허용하는 가스 이온 분리기(734)에 아주 근접하여 위치된다.

[0069] 도 8은 단일 전원 공급기(860)를 가진 두 개의 메쉬들(816)을 통합한 샘플링 시스템의 모식도를 도시하며, 여기서 상기 메쉬들(816)은 상기 이온화 가스 소스(801) 및 분석될 샘플 사이에 위치되며, 상기 샘플은 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 상기 질량 분광기의 API-주입구 영역으로의 이온들의 전달을 허용하는 가스 이온 분리기(834)에 아주 근접하여 위치된다. 가변 저항기(872)는 두 개의 상이한 메쉬들에 상이한 전류들을 인가하기 위해 사용된다. 도 8에 도시된 디바이스는 둘 이상의 상이한 메쉬들(816)로부터 샘플들을 별도로 탈착시키기 위해 둘 이상의 상이한 메쉬들을 통해 상이한 전류들의 통과를 가능하게 한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도 8에 도시된 디바이스는 샘플 분자들의 이온화를 촉진시키기 위해 도펀트 가스를 발생시키기 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도 8에 도시된 상기 디바이스는 정확한 질량 측정을 용이하게 하기 위해 상기 샘플 분자와는 관계없이 기준 분자를 증발시키기 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도 8에 도시된 디바이스는 상기 샘플 분자의 정량화를 수행하기 위해 상기 샘플 분자와는 관계없이 기준 분자를 증발시키기 위해 사용될 수 있다. 상기 가변 저항기(872)는 상기 전류를 조정하여 그에 따라 제 2 메쉬에 인가된 온도의 보다 정확한 조절을 허용하기 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도 8에 도시된 디바이스는 상기 제 2 메쉬에 인가된 전류가 특정 온도로 조정될 수 있도록 상기 메쉬 상에서의 온도 및 인가된 전류 사이에서의 상관관계를 결정하도록 상기 샘플 분자와는 관계없이 기준 분자를 증발시키기 위해 사용될 수 있다.

[0070] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도 15에 도시된 바와 같이 카드(1530)를 수반하는 두 개의 와이어 메쉬(1520 및 1522)가 단일 전원 공급기(도시되지 않음)에 의해 가열되고 샘플을 분석하기 위해 사용될 수 있다. 도 18은 상기 이온화 소스(1360)의 원위부 및 상기 API-주입구 영역(1750) 사이에서, 질량 분광기로의 입구(1370) 상에 장착된 도 15로부터의 카드(1530)를 수반하는 상기 두 개의 메쉬(1520, 1522)(의 측면 투시도)를 도시한다. 도 19는 그 부분 표본이 상기 이온화 소스의 원위부 및 암모니아 용액이 인가되는 제 2 메쉬 사이에 위치한 제 1 메쉬에 인가되는 톨루엔에 용해된 1% 올리브 오일을 함유한 용액의 샘플로부터 획득된 질량 스펙트럼(m/z 603.4, 902.4 및 918.1에서의 이온들을 가진)을 도시하며, 여기서 양쪽 메쉬 모두는 단일의 전원 공급기에 의한 가열을 허용하도록 구성된 카드를 수반한다. 비교를 위해, 도 20은 전원 공급기에 의해 가열되는 카드를 수반하는 단일 메쉬에 인가된 톨루엔에 용해된 올리브 오일의 부분 표본의 분석으로부터 획득된 질량 스펙트럼(m/z 339.6, 603.8, 876.7 및 902.4에서의 이온들을 가진)을 도시한다. 도펀트로서 암모니아의 사용(도 19 참조)은 양자화된 분자들의 빈도수(극심하지 않은)를 감소시키면서 트리글리세라이드의 암모니아 부가물의 형성을 증가시켰다(도 20 참조).

[0071] 도 9a는 컷 아웃 영역(998)을 가진 카드(999), 및 저장소(994)를 통합한 샘플링 시스템의 모식도를 도시하며, 여기에서 하나 이상의 튜브들(990, 992, 996)은 상기 저장소(994)를 수반하며 상기 카드(999)는 이온화 가스 소스(901) 및 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 질량 분광기의 API-주입구 영역으로의 이온들의 전달을 허용하는 가스 이온 분리기(934) 사이에 위치된다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 샘플은 액체 분석 송신 모드 DART를 허용하기 위해, 하나 이상의 튜브들(990, 992)을 통해 상기 저장소(994)로 도입될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 필라멘트 또는 메쉬(도시되지 않음)는 상기 컷 아웃 영역(998)에서의 상기 카드(999)를 수반하여 위치될 수 있다. 본 발명의 대안적인 실시예들에서, 어떤 필라멘트 또는 메쉬도 상기 컷 아웃 영역(998)을 수반하지 않으며, 기체 샘플은 상기 컷 아웃 영역(998)에서의 이온화 종들과 상호작용한다. 상기 저장소(994)에서의 샘플은 튜브(996)를 통해 상기 컷 아웃 영역(998)으로 도입될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도 9a에 도시된 디바이스는 탈착 및 이온화를 위해 상기 저장소(994)로부터 고체, 액체 또는 기체 샘플을 도입하기 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도 9a에 도시된 디바이스는 탈착 및 이온화를 위해 액체 샘플을 계속해서 도입하기 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예들에서, 상기 컷 아웃 영역(998)에 위치한 필라멘트는 상기 컷 아웃 영역(998)에 상기 샘플을 전기분사하기 위해 도전성 튜브(996) 사이에 전위차를 생성하기 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도 9a에 도시된 디바이스는 도입된 액체 또는 기체 샘플들의 주기적인 탈착을 가능하게 하기 위해 상기 컷 아웃 영역(998)에 수반된 메쉬에 규칙적인 간격들로 전류를 인가하기 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도 9a에 도시된 디바이스에서, 상기 튜브(990)는 상기 크로마토그래프 재료(994)를 녹여 분리시키는 검체들의 탈착 및 이온화를 위해 액체 크로마토그래피 시스템에 결합될 수 있다. 본 발명의 대안적인 실시예들에서, 상기 크로마토그래피는 상기 튜빙(990, 992, 996)의 볼륨으로 최소화된 저장소의 볼륨 및 상기 카드로의 스트림의 도입 이전에 달성될 수 있다.

[0072] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도 9a에 도시된 저장소는 도 9b 내지 도 9d에 도시된 바와 같이 상기 저장소(994)로의 트리거(991)의 적용에 의해 눌러질 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 도입 튜브(도 9a에서

의 990, 992 참조)를 통한 흐름을 정지시키기 위해 단방향 밸브를 밀봉하거나 또는 사용함으로써, 상기 트리거 (991)는 튜브(996)를 통해 상기 카드(999)의 컷 아웃 영역(998)으로 용액 또는 증기를 제공하는 가요성 저장소로 압력을 인가한다(도 9b 내지 도 9d 참조). 상기 가요성 저장소는 섭동이 용액 또는 증기를 전달하도록 허용하기 위해 충분한 탄성을 가진 고무 또는 다양한 플라스틱들로 만들어질 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 가요성 저장소는 상기 용액 또는 증기가 전달된 후 샘플의 재로딩을 허용할 수 있다. 본 발명의 또 다른 실시예에서, 상기 저장소는 정적이며 상기 튜브(996)를 통해 용액을 전달하기 위해 전기장 또는 전기 수력학적 압력의 인가에 의존한다.

[0073] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 그를 통해 상이한 전류들이 향해질 수 있는 일련의 상이한 메쉬 스트립들은 상이한 온도에서 동일한 샘플로부터 다수의 질량 스펙트럼들의 수집을 허용한다. 이러한 구성은 상기 샘플을 너무 빠르게 가열하여 낮은 질량, 또는 보다 휘발성의 분자들의 급속 탈착을 야기하는 것을 회피하기 위해 바람직할 수 있다.

[0074] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 소스 및 상기 가스 이온 분리기의 근위부 사이에 위치한 상기 메쉬의 밀도를 증가시키는 것은 검출되는 샘플을 둘러싸는 대기와 관련된 이온들의 수의 감소를 초래한다. 상기 소스 및 API-주입구 사이에 위치한 메쉬를 가진 샘플들의 분석은 또한 보통 상기 질량 스펙트럼에 상당한 배경을 기여하는 주위 공기로부터의 이온들의 빈도수를 감소시킨다. 샘플 관련 이온들의 생성에 관한 배경에서의 감소는 샘플 밀폐 디바이스로서 상기 메쉬를 사용할 때 DART 기술의 민감도에서의 증가를 초래하는 신호-대-잡음을 개선한다.

[0075] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 메쉬는 둘 이상의 연결된 와이어들 또는 둘 이상의 스트링들, 폼, 고분자들, 실리카, 셀룰로오스, 및 소수성 지지 재료로 이루어진 그룹으로부터 선택된 물리적으로 접촉된 둘 이상의 성분들을 포함한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 메쉬는 둘 이상의 연결된 와이어들 또는 둘 이상의 연결된 스트링들, 폼, 고분자들, 실리카, 셀룰로오스, 및 소수성 지지 재료로 이루어진 그룹으로부터 선택된 물리적으로 함께 묶인 둘 이상의 성분들을 포함한다.

[0076] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 메쉬는 검체와 접촉될 수 있으며 그 후 분석될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 메쉬는 상기 검체의 공간 부근에 있을 수 있고, 상기 메쉬는 가열될 수 있으며 상기 검체는 분석된다.

[0077] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 메쉬의 가열은 적외선(IR) 레이저의 사용을 통해 달성될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 메쉬의 가열은 메쉬 상에서의 특정 사이트들로 IR 레이저를 향하게 함으로써 달성될 수 있다. 상기 IR 레이저 주파수는 물 분자들 및 상기 검체의 탈착을 달성하기 위해 열로 변환된 에너지에 의해 흡수될 수 있다.

[0078] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 메쉬의 가열 또는 냉각은 열 싱크로부터 열의 도전성 전달을 통해 영향을 받을 수 있다. 상기 열 싱크의 온도는 상기 열 싱크로의 전기 전류의 전달에 의해 조정될 수 있다. 상기 메쉬에 인가된 검체의 부근에 위치되는 열 싱크의 온도는 그 후 상기 검체의 온도를 조정하기 위해 사용될 수 있다.

[0079] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 메쉬의 가열은 상기 필라멘트를 통과하는 전기 전류를 가진 필라멘트와 같은 복사열 소스에 근접할 때 영향을 받을 수 있다.

[0080] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 메쉬를 가열하는 것은 하나 이상의 검체의 반응들을 용이하게 하기 위해 사용될 수 있으며, 그 반응들의 생성물들은 분석될 수 있으며 상기 하나 이상의 검체들의 실제 아이덴티티 또는 양을 추론하기 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 메쉬는 오염물들로부터 상기 검체를 격리하기 위해 사용될 수 있는 카드상에 장착될 수 있어서, 샘플의 핸들링을 용이하게 한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 카드의 재료는 검체 또는 생성물을 증발시키기 위해 열의 인가 후 또는 실온에서 이온화를 보조하기 위해 도펀트로서 사용될 화학 물질을 흡수 또는 그렇지 않다면 보유 및 방출할 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 메쉬는 가변 직경 및 크기의 실린더 또는 튜브의 형상일 수 있으며, 여기에서 액체 또는 고체 샘플은 개구를 통해 상기 실린더 또는 튜브로 위치된다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 메쉬는 중간에서의 얇은 점을 가지고 중심으로부터 멀리 밖을 향해 연장되면서 폭이 증가하는 두 개의 단부를 갖는 "보타이"와 같이 성형된다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 메쉬는 하부 및 두 개의 측면들을 위한 메쉬 및 느슨한 화학 물질들, 잎들, 분쇄된 물질들, 토양, 셀들, 또는 분석을 위한 고체 입자들을 수용하는 상부에서의 개구를 갖는, "트로프(trough)"의 형상을 갖는다. 부피가 큰 샘플들은 종종 DART를 갖고 분석하기에 어렵다. 도 17은 우롱차 잎들의 샘플로부터 획득된 종래의 DART 질량 스펙트럼(m/z 195.2, 216.9 및

390.9에서의 이온들을 갖는)을 도시한다. 예상되지 않은 결과에서, 부피가 큰 샘플은 메쉬 트로프에 수용되고 분석될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 카드(2130)를 수반하는 메쉬 트로프(2124)는 단일의 전원 공급기(도시되지 않음)에 의해 가열될 수 있으며 샘플을 분석하기 위해 사용될 수 있다(도 21 참조). 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라 전원 공급기(도시되지 않음)에 의해 가열될 수 있는 카드(2130)를 수반하는 메쉬 트로프(2124)에 수용된 우롱차 잎들(2280)을 도시한다. 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따라 전원 공급기에 의해 가열된 카드를 수반하는 메쉬 트로프에 포함된 우롱차 잎들의 샘플로부터 획득된 질량 스펙트럼(m/z 195.2, 200.3, 369.3, 391.0 및 419.0에서의 이온들을 갖는)을 도시한다. 즉시 분석(DART를 위한 중성 캐리어 가스가 먼저 분석이 시작할 수 있기 전에 가열되어야 한다)은, 도 16에 도시된 바와 같이, 상기 메쉬 트로프(2124)를 사용하고 상기 샘플을 직접 가열함으로써 매우 용이해진다. 예상외로 생성된 결과들의 비교는 상기 메쉬 트로프(2124)가 생성되는 샘플을 나타내는 이온들의 수 및 빈도수에서의 증가를 야기한다는 것을 도시한다. 상기 메쉬 트로프 기술은 상기 메쉬 트로프의 보다 큰 샘플링 용량의 결과로서 우수한 효과를 생성한다.

[0081] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 필라멘트는 카드와 함께 배치될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 메쉬는 카드와 함께 배치될 수 있다. 상기 메쉬를 카드와 함께 배치함으로써, 상기 카드는 상기 메쉬가 사용에 의해 오염되거나 샘플이 없는 상기 메쉬에 샘플이 적용될 수 있으면서 상기 사용자에게 의해 수용될 수 있다.

[0082] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 가스 또는 액체를 수용할 수 있는 저장소가 카드와 함께 배치될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 가스 또는 액체를 수용할 수 있는 저장소는 카드를 갖는 메쉬의 부근에 배치될 수 있다. 하나 이상의 튜브들이 상기 저장소와 연관될 수 있다. 상기 하나 이상의 튜브들 중 하나는 액체 또는 가스 샘플로 상기 저장소를 채우기 위해 사용될 수 있다. 하나 이상의 튜브들은 메쉬를 향해 배향될 수 있다. 상기 저장소는 분석을 위한 기구로의 상기 카드의 삽입 이전에 가스 또는 용매로 파일링되거나 또는 부분적으로 파일링될 수 있다. 상기 저장소에서의 액체 또는 기체는 상기 하나 이상의 튜브들을 통해 상기 저장소 상에서의 힘의 작용에 의해 부분적으로 또는 전체적으로 배출될 수 있다. 상기 액체 또는 기체를 배출할 수 있는 하나 이상의 튜브들은 전기 전위가 상기 튜브에 인가될 수 있는 튜브를 포함할 수 있다. 상기 튜브에 전기 전위를 인가하는 것은 상기 액체 또는 기체가 상기 저장소를 빠져나오도록 유도할 수 있다. 상기 저장소를 빠져나오는 튜브는 메쉬 또는 필라멘트를 향해 배향될 수 있다.

[0083] 검체를 분석하기 위한 디바이스는 상기 검체를 분석하기 위한 입구를 포함한 분광기 및 이온화 종들을 생성하기 위해 구성된 근위부 및 원위부를 포함한 소스를 포함하며, 여기에서 상기 원위부는 상기 분광기 입구에 가까우며, 대기압 영역은 상기 소스의 원위부 및 상기 분광기 입구 사이에 위치된다. 상기 디바이스는 열을 발생, 전달, 전도, 및 방사하는 것 중 하나 이상을 하도록 적응된 서플라이(supply) 및 상기 대기압 영역에 위치한 하나 이상의 메쉬를 더 포함하며, 상기 검체는 하나 이상의 메쉬 상에 또는 그 가까이에서 인가되며, 상기 서플라이는 상기 검체에 열을 발생, 전달, 전도, 및 방사하는 것 중 하나 이상을 할 수 있고, 상기 하나 이상의 메쉬로부터 탈착된 검체 분자들은 상기 소스에 의해 발생하는 이온화 종들과 상호작용하여 상기 분광기에 들어가는 복수의 검체 이온들을 형성한다.

[0084] 검체를 분석하기 위한 디바이스는 상기 검체를 분석하기 위해 구성된 근위부 및 원위부를 포함한 분광기를 포함하며, 상기 검체의 입구는 상기 근위부에 위치되고 검출기는 상기 원위부에 위치되며, 대기압 영역은 상기 근위부 및 상기 원위부 사이에서의 상기 분광기의 길이를 통해 유지된다. 상기 디바이스는 이온화 종들을 생성하기 위해 구성된 근위부 및 원위부를 포함한 소스를 더 포함하며, 여기에서 상기 소스의 원위부는 상기 분광기 입구에 가까우며, 대기압 영역은 상기 소스의 근위부 및 상기 소스의 원위부 사이에 위치되고 상기 분광기의 근위부로 연장한다. 상기 디바이스는 열을 발생, 전달, 전도, 및 방사하는 것 중 하나 이상을 하도록 적응된 서플라이 및 상기 대기압 영역에 위치한 하나 이상의 메쉬를 더 포함하며, 여기에서 상기 검체는 상기 소스의 근위부에서의 하나 이상의 메쉬 상에 또는 그 가까이에 인가되고, 상기 서플라이는 상기 검체에 열을 발생, 전달, 전도 및 방사하는 것 중 하나 이상을 할 수 있으며, 상기 하나 이상의 메쉬로부터 탈착된 검체 분자들은 상기 소스에 의해 생성되는 이온화 종들과 상호작용하여 상기 분광기에 들어가는 복수의 검체 이온들을 형성한다.

[0085] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 소스는 전기분사 이온화, 나노-전기분사 이온화, 대기압 매트릭스-보조 레이저 탈착 이온화, 대기압 화학적 이온화, 탈착 전기분사 이온화, 대기압 유전체 장벽 방전 이온화, 대기압 저온 플라즈마 탈착 이온화, 및 전기분사-보조 레이저 탈착 이온화, 실시간 직접 분석, 플라즈마 보조 탈착/이온화, 유전체 장벽 방전 이온화 소스, 탈착 대기압 화학적 이온화, 탈착 음파 분사 이온화, 탈착 대기압 광 이온화, 및 흐름 대기압 잔광, 대기 레이저 탈착 이온화, 코로나 방전, 유도 결합 플라즈마 및 글로우 방전 소스로 이루어진 그룹으로부터 선택된 기술에 의해 동작한다.

[0086] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 분광기는 질량 분광기, 휴대용 질량 분광기, 이온 유동성 분광기(IMS) 및 휴대용 IMS로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 분광기는 사중극자 이온 트랩, 직선 이온 트랩, 원통형 이온 트랩, 이온 사이클로트론 공명 트랩, 오비트랩, 섹터, 및 비행시간형 질량 분광기로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0087] 검체를 분석하기 위한 디바이스는, 상기 검체를 분석하기 위해 구성된 근위부 및 원위부를 포함한 분광기로서, 상기 검체를 위한 입구는 상기 근위부에 위치되고 검출기는 상기 원위부에 위치되며, 대기압 영역은 상기 근위부 및 상기 원위부 사이에서의 상기 분광기의 길이를 통해 유지되는 상기 분광기, 및 상기 분광기 입구에 가까운 원위부를 포함한 이온화 종들을 생성하기 위해 구성된 소스로서, 대기압 영역은 상기 소스의 근위부 및 상기 소스의 원위부 사이에 위치되고 상기 분광기의 근위부로 연장하는, 상기 소스, 및 열을 발생, 전달, 전도 및 방사하는 것 중 하나 이상을 하도록 적응된 서플라이 및 상기 소스 및 상기 분광기 사이에 위치한 하나 이상의 메쉬로서, 상기 검체는 상기 하나 이상의 메쉬 상에 또는 그 가까이에 인가되고, 상기 서플라이는 상기 검체에 열을 발생, 전달, 전도 및 방사하는 것 중 하나 이상을 할 수 있으며, 상기 하나 이상의 메쉬로부터 탈착된 검체 분자들은 상기 소스에 의해 생성되는 이온화 종들과 상호작용하여 상기 분광기에 들어가는 복수의 검체 이온들을 형성하는, 상기 서플라이 및 상기 하나 이상의 메쉬를 포함한다. 상기 디바이스는 하나 이상의 가스 이온 분리기들을 더 포함하며, 상기 하나 이상의 가스 이온 분리기들은 상기 하나 이상의 메쉬 및 상기 분광기 입구 사이에 위치된다. 상기 디바이스에서의 상기 소스는 실시간 직접 분석(DART), 플라스마 보조 탈착/이온화(PADI), 유전체 장벽 방전 이온화 소스(DBDI 또는 DCBI), 탈착 대기압 화학적 이온화(DAPCI), 탈착 음파 분사 이온화(DeSSI), 탈착 대기압 광이온화(DAPPI), 및 흐름 대기압 잔광(FAPA) 및 탈착 전기분사 이온화(DESI), 대기 레이저 탈착 이온화, 코로나 방전, 유도 결합 플라스마(ICP) 및 글로우 방전 소스로 이루어진 소스들의 그룹으로부터 선택된다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 대략 0.1 암페어의 하한 및 대략 10 암페어의 상한 사이에서 전달하도록 적응된다. 상기 디바이스에서, 상기 서플라이는 대략 0.1 볼트의 하한 및 대략 100 볼트의 상한 사이에서의 하나 이상의 메쉬 중 하나에 전위를 전달하도록 적응된다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 대략 0.1 와트의 하한 및 대략 1000 와트의 상한 사이에서의 상기 하나 이상의 메쉬 중 하나에 전력을 전달하도록 적응된다. 상기 디바이스에서 상기 검체 함유 메쉬에 인가된 전위는 상기 분광기로의 입구에 인가된 전위와 대략 동일하다. 상기 디바이스에서의 상기 서플라이는 비-검체를 갖는 메쉬에 전위를 인가하기 위해 사용될 수 있다. 상기 디바이스에서의 형성된 검체 이온들의 운동 에너지는 상기 비-검체를 갖는 메쉬에 인가된 전위에 의해 제어될 수 있다. 상기 디바이스에서 상기 검체 함유 메쉬에 인가된 전위는 상기 분광기로의 입구에 인가된 전위보다 대략 90 퍼센트 더 낮다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 직류 전기 서플라이, 교류 전기 서플라이, 복사 열 소스, 광원, 레이저, 불꽃, 열 싱크로 이루어진 그룹 중 하나 이상으로부터 선택된다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 상기 하나 이상의 메쉬 중 적어도 하나 상에서 둘 이상의 상이한 위치들을 독립적으로 가열하도록 적응된다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 둘 이상의 위치들에서 적어도 하나의 메쉬를 독립적으로 가열하도록 적응되며, 제 1 위치는 제 1 온도로 가열되고 제 2 위치는 제 2 온도로 가열되며, 상기 제 1 온도는 상기 제 2 온도와 상이하다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 전기 서플라이이며, 상기 서플라이는 제 1 회로를 통해 제 1 위치에서 메쉬를 독립적으로 가열하고 제 2 회로를 통해 제 2 위치에서 상기 메쉬를 가열하도록 적응되며, 상기 제 1 위치에서의 메쉬 및 상기 제 1 회로 중 하나 또는 둘 모두는 상기 제 2 위치에서의 메쉬 및 상기 제 2 회로로부터 절연시킨다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 전기 서플라이이고, 상기 서플라이는 제 1 회로를 통해 제 1 위치에서의 메쉬 및 제 2 회로를 통해 제 2 위치에서의 메쉬를 독립적으로 가열하도록 적응되고, 상기 제 1 회로는 상기 제 2 회로로부터 절연된다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 제 1 성분을 통해 제 1 위치에서의 메쉬 및 제 2 성분을 통해 제 2 위치에서의 상기 메쉬를 독립적으로 가열하도록 적응되고, 상기 제 1 위치에서의 메쉬 및 제 1 성분 중 하나 또는 둘 모두는 상기 제 2 위치에서의 메쉬 및 상기 제 2 성분으로부터 절연된다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 제 1 성분을 통해 제 1 위치에서의 메쉬 및 제 2 성분을 통해 제 2 위치에서의 메쉬를 독립적으로 가열하도록 적응되고, 상기 제 1 성분은 상기 제 2 성분으로부터 절연된다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 제 1 복사 소스를 통해 제 1 위치에서의 메쉬 및 제 2 복사 소스를 통해 제 2 위치에서의 메쉬를 독립적으로 가열하도록 적응되며, 상기 제 1 위치에서의 상기 메쉬 및 상기 제 1 복사 소스 중 하나 또는 둘 모두는 상기 제 2 위치에서의 상기 메쉬 및 상기 제 2 복사 소스로부터 분리된다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 제 1 복사 소스를 통해 제 1 위치에서의 메쉬 및 제 2 복사 소스를 통해 제 2 위치에서의 메쉬를 독립적으로 가열하도록 적응되며, 상기 제 1 복사 소스는 상기 제 2 복사 소스로부터 절연되고 분리되는 것 중 하나 또는 둘 모두가 된다. 상기 디바이스에서 제 1 메쉬는 제 2 메쉬에 대하여 배향되며, 상기 이온화 종들은 상기 이온화 종들이 상기 제 2 메쉬를 접촉하기 전에 상기 제 1 메쉬를 접촉한다. 상기 디바이스에서 제 1 메쉬는 제 2 메쉬에 대하여 배향되며, 상기 제 1 메쉬는 상기 분광

기로의 입구에 먼 쪽이고, 상기 제 2 메쉬는 상기 분광기로의 입구에 가까운 쪽이다. 상기 디바이스에서 비-도전성 튜브는 연속적인 분석을 위한 샘플의 일정한 보충을 허용하는 레이트로 와이어 메쉬의 표면에 샘플을 포함한 용액을 전달하기 위해 사용된다. 상기 디바이스에서 둘 이상의 튜브들은 둘 이상의 와이어 메쉬 표면들에 둘 이상의 샘플들을 포함한 둘 이상의 용액들을 전달하기 위해 위치된다. 상기 디바이스는 각각 근위부 및 원위부를 갖는 튜빙의 하나 이상의 길이들을 포함하며, 하나 이상의 메쉬에서 향해진 이온화 종들은 상기 하나 이상의 메쉬를 통과하며 튜빙의 길이들 중 적어도 하나의 근위부에 들어가고; 튜빙의 길이들 중 적어도 하나의 원위부는 분광기의 입구로 하나 이상의 검체 이온들을 전달하기 위해 위치되며, 상기 튜빙의 길이들 중 하나 이상의 적어도 하나는 금속, 유리, 플라스틱, 도전성 코팅된 플라스틱, 도전성 코팅된 용융 실리카, 비-도전성 코팅된 플라스틱, 비-도전성 코팅된 용융 실리카, 유리 라인 금속 튜브 및 저항 코팅된 유리로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 재료들로부터 만들어지며, 제 1 튜브는 제 1 메쉬에 가장 가깝게 위치되고, 회전의 제 1 튜브 주축은 상기 튜브의 길이와 일치한다.

[0088] 검체를 분석하기 위한 디바이스는 상기 검체를 분석하기 위해 구성된 근위부 및 원위부를 포함한 분광기로서, 상기 검체를 위한 입구는 상기 근위부에 위치되고 검출기는 상기 원위부에 위치되며, 대기압 영역은 상기 근위부 및 상기 원위부 사이에서의 분광기의 길이들 통해 유지되는, 상기 분광기, 및 상기 분광기 입구에 가까운 원위부를 포함한 이온화 종들을 생성하기 위해 구성된 소스로서, 대기압 영역이 상기 소스의 근위부 및 상기 소스의 원위부 사이에 위치되고 상기 분광기의 근위부로 연장하는, 상기 소스를 포함한다. 상기 디바이스는 열을 발생, 전달, 전도 및 방사하는 것 중 하나 이상을 하도록 적응된 서플라이 및 상기 소스 및 상기 분광기 사이에 위치한 하나 이상의 메쉬를 더 포함하며, 상기 검체는 상기 하나 이상의 메쉬 상에 또는 그 가까이에 인가되고, 상기 서플라이는 상기 검체에 열을 발생, 전달, 전도, 및 방사하는 것 중 하나 이상을 할 수 있으며, 상기 하나 이상의 메쉬로부터 탈착된 검체 분자들은 상기 소스에 의해 생성되는 이온화 종들과 상호작용하여 상기 분광기에 들어가는 복수의 검체 이온들을 형성하고, 둘 이상의 튜브들은 둘 이상의 와이어 메쉬 표면들에 둘 이상의 샘플들을 포함한 둘 이상의 용액들을 전달하도록 위치되고, 상기 둘 이상의 튜브들 중 제 1 튜브는 상기 둘 이상의 튜브들 중 제 2 튜브로부터 녹여 분리한 샘플과 반응할 수 있는 시약을 포함하고, 상기 시약은 상기 샘플과 반응하고, 상기 제 1 튜브는 대략 0.1 mm의 하한 및 대략 10 mm의 상한 사이의 거리로 상기 제 1 메쉬에 대해 위치되고, 상기 제 1 튜브의 직경은 대략 1 mm의 하한 및 대략 10 mm의 상한 사이에 있고, 상기 제 1 튜브의 회전의 주축은 대략 10도의 하한 및 대략 90도의 상한 사이에서의 각도로 상기 제 1 메쉬의 평면에 대하여 위치되며, 상기 제 1 메쉬는 하나 이상의 기준 위치들에 기초하여 상기 제 1 튜브에 대하여 위치된다. 상기 디바이스는 상기 하나 이상의 기준 위치들에 대하여 상기 제 1 메쉬 및 상기 제 1 튜브를 위치 결정하기 위한 장치를 더 포함한다. 상기 디바이스는 하나 이상의 광원들 및 하나 이상의 광-검출기들을 더 포함하며, 상기 하나 이상의 광원들 및 하나 이상의 광-검출기들은 상기 하나 이상의 기준 위치들에 대하여 상기 제 1 메쉬 및 상기 제 1 튜브를 위치시키도록 적응된다. 상기 디바이스에서 상기 제 1 튜브는 둘 이상의 세그먼트(segment)들로 구성되고; 상기 제 1 튜브의 근위부를 구성하는 세그먼트는 근위 세그먼트이며 상기 제 1 튜브의 원위부를 구성하는 세그먼트는 원위 세그먼트이다. 상기 디바이스에서 튜빙의 둘 이상의 길이들은 연결되고; 튜빙의 상기 둘 이상의 연결된 길이들의 근위부는 공통 원위부에 연결되고, 상기 튜빙의 둘 이상의 길이들은 상기 둘 이상의 튜브들의 근위부들로부터 상기 둘 이상의 튜브들의 공통 원위부로 이온들을 전달하며, 상기 이온들은 분석을 위해 상기 둘 이상의 튜브들의 원위부를 빠져나온다. 상기 디바이스에서 상기 둘 이상의 튜브들은 일체로 이동될 수 있으며; 상기 튜빙의 둘 이상의 길이들의 근위부는 상기 하나 이상의 튜브들의 제 1 튜브가 제 1 메쉬에 가장 가깝게 위치되도록 배향된다. 상기 디바이스에서 상기 둘 이상의 튜브들은 일체로 회전될 수 있다. 상기 디바이스에서 상기 둘 이상의 튜브들은 상기 제 1 메쉬의 회전과 협력하여 회전될 수 있다.

[0089] 대기압 영역에서 검체를 분석하기 위한 디바이스는 상기 검체를 분석하기 위한 입구를 포함한 질량 분광기, 이온화 종들을 생성하기 위해 구성된 근위부 및 원위부를 포함한 DART 소스로서, 상기 원위부는 상기 질량 분광기에 가장 가깝고 상기 대기압 영역으로의 입구를 가지며, 상기 대기압 영역은 상기 DART 소스의 원위부 및 상기 질량 분광기 입구 사이에 위치되는, 상기 DART 소스, 상기 대기압 영역에 위치한 전기 서플라이 및 메쉬로서, 상기 검체는 상기 메쉬에 인가되고, 상기 전기 서플라이는 상기 검체를 가열하도록 열을 발생시키기 위해 상기 메쉬를 통해 전기 전류를 전달하도록 적응되고, 상기 메쉬로부터 탈착된 검체 분자들은 상기 질량 분광기에 들어가는 복수의 검체 이온들을 형성하는 이온화 종들과 상호 작용하는 상기 전기 서플라이 및 상기 메쉬를 포함한다. 상기 디바이스에서 상기 메쉬의 가열은 하나 이상의 생성물들을 형성하는 하나 이상의 반응들을 용이하게 하기 위해 사용될 수 있고, 상기 하나 이상의 생성물들은 상기 메쉬로부터 탈착된다. 상기 디바이스에서 상기 메쉬는 카드상에 장착되고, 상기 카드는 오염 물질들로부터 상기 샘플을 분리한다. 상기 디바이스에서 상기 카드는 화학 물질을 보유 및 방출할 수 있는 재료로부터 만들어지며, 상기 화학 물질은 이온화를 보조하기 위해

도펀트로서 작용한다. 상기 디바이스에서 상기 메쉬 중 적어도 하나는 가변 직경 및 크기의 실린더의 형상을 하고, 액체 또는 고체 샘플은 개구를 통해 상기 실린더로 배치된다. 상기 디바이스에서 상기 메쉬 중 적어도 하나는 상기 중심에 얇은 스파트 및 상기 중심으로부터 밖으로 향하여 연장하는 것처럼 폭이 증가하는 두 개의 단부들을 갖는 보타이와 같이 성형된다. 상기 디바이스에서 상기 메쉬는 트로프의 형상을 하고, 메쉬는 하나 이상의 하부 및 하나 이상의 측면들을 형성하고, 상기 메쉬는 하나 또는 둘 모두에 증착하고 느슨한 화학 물질들 또는 작은 고체 입자들을 수용하는 상부에서의 개구를 갖는다. 상기 디바이스에서 상기 메쉬는 대략 대기압에 있다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 전기 서플라이이다.

[0090] 복수의 검체들을 분석하는 방법은 메쉬 상에 상기 복수의 검체들을 배치하는 단계로서, 상기 복수의 검체들 중 하나 이상의 제 1 검체들은 제 1 가열 서플라이로 가열되도록 배치되고, 상기 복수의 검체들 중 하나 이상의 제 2 검체들은 제 2 가열 서플라이로 가열되도록 배치되는, 상기 배치 단계, 상기 제 1 가열 서플라이로 메쉬를 가열하는 단계로서, 상기 하나 이상의 제 1 검체 분자들이 상기 메쉬로부터 탈착되는, 상기 제 1 가열 서플라이로 메쉬를 가열하는 단계, 상기 제 2 가열 서플라이로 상기 메쉬를 가열하는 단계로서, 상기 하나 이상의 제 2 검체 분자들이 상기 메쉬로부터 탈착되는, 상기 제 2 가열 서플라이로 상기 메쉬를 가열하는 단계, 상기 메쉬에서 이온화 입자들을 지향시키는 단계로서, 상기 이온화 입자들은 하나 이상의 제 1 검체들 및 하나 이상의 제 2 검체들 중 탈착된 하나 또는 둘 모두와 상호 작용하여 상기 하나 이상의 제 1 검체 이온들 및 상기 하나 이상의 제 2 검체 이온들을 형성하는, 상기 이온화 입자들을 지향시키는 단계, 및 상기 제 2 검체 이온들을 상기 분석기로 지향시키는 단계를 포함한다.

[0091] 하나 이상의 검체들을 분석하는 방법은 이온화 영역에 샘플 스크린을 배치하는 단계로서, 상기 이온화 영역은 이온화 소스 및 상기 샘플 스크린을 가열하는 샘플 스크린상의 상기 하나 이상의 검체들의 수집을 달성하기 위해 냉각 유닛의 작용에 의해 상기 샘플 스크린을 냉각시키는 분광기의 입구 사이에 위치되고, 상기 가열은 상기 샘플 스크린으로부터 하나 이상의 검체 분자들을 탈착시키는, 상기 배치 단계, 및 상기 이온화 영역에 상기 이온화 소스로부터의 이온화 종들을 지향시키는 단계로서, 상기 하나 이상의 탈착된 검체 분자들은 하나 이상의 검체 이온들을 형성하고, 상기 하나 이상의 검체 이온들은 상기 분광기의 입구로 향해지는, 상기 지향 단계를 포함한다. 상기 방법에서 상기 샘플 스크린은 짧은 시간 기간들 동안 가열을 허용하는 전기 회로에 부착되고, 상기 하나 이상의 검체들의 탈착은 상기 이온화 소스를 빠져나오는 이온화 종들에 대하여 비연속적인 시간 프레임에서 실행된다. 상기 방법에서 상기 샘플 스크린의 연장된 세그먼트는 상기 샘플 스크린의 영역이 상기 이온화 영역에 있도록 기계적으로 배치되고, 상기 이온화 영역에서의 상기 샘플링 스크린의 영역은 시간에 따라 변하며, 상기 이온화 영역에 먼 위치에서의 상기 샘플링 스크린상에 증착된 샘플들은 상기 이온화 영역에 들어간다. 상기 방법에서 상기 샘플링 스크린의 구성은 금속, 비-도전 물질들로 함침된 금속, 나노 물질이 관심 있는 분자를 분리할 수 있는 흡수제인 상기 나노 물질로 함침된 금속, 탄소, 비-도전 물질들로 함침된 탄소, 탄소 섬유, 나노 물질이 관심 있는 분자를 분리할 수 있는 흡수제인, 상기 나노 물질로 함침된 탄소, 나노 물질이 관심 있는 분자를 분리시킬 수 있는 흡수제인 상기 나노 물질로 함침된 필라멘트 및 임의의 도전 물질로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0092] 검체를 분석하기 위한 디바이스는 상기 검체를 분석하기 위한 분광기로서, 상기 분광기는 입구를 갖는, 상기 분광기, 이온화 종들을 생성하기 위해 구성된 소스로서, 상기 소스는 근위부 및 원위부를 갖고, 상기 원위부는 상기 분광기 입구에 가까우며, 대기압 영역은 상기 소스의 원위부 및 상기 분광기의 입구 사이에 위치되는, 상기 소스, 열을 발생, 전달, 전도 및 방사하는 것 중 하나 이상을 하도록 적응된 서플라이, 상기 대기압 영역에 위치된 메쉬로서, 상기 서플라이는 열을 발생, 전달, 전도, 및 방사하는 것 중 하나 이상을 할 수 있는, 상기 메쉬, 및 검체 수집을 위한 흡착제 코팅된 섬유로서, 상기 흡착제 코팅된 섬유는 상기 메쉬에 아주 근접하고, 상기 메쉬의 가열은 상기 섬유의 가열을 가능하게 하며; 상기 섬유의 가열은 상기 소스에 의해 생성되는 이온화 종들과 상호작용하여 상기 분광기에 들어가는 검체 이온들을 형성할 수 있는 검체 분자들을 증발시키는, 상기 흡착제 코팅된 섬유를 포함한다.

[0093] 표면상에 존재하는 검체를 분석하기 위한 디바이스는 상기 표면으로부터 검체 분자들을 탈착시키기 위해 상기 표면을 향해 가열된 수증기의 흐름을 지향시킬 수 있는 분사기(jet)로서, 상기 표면은 대기압 영역에 위치되는, 상기 분사기, 상기 검체 분자들을 분석하기 위한 입구를 갖는 분광기 및 상기 표면에 및 그 부근에서 중 하나 또는 둘 모두에 이온화 종들을 지향시키기 위해 구성된 소스로서, 상기 이온화 종들은 상기 탈착된 검체 분자들을 이온화시키고, 상기 이온화된 검체 이온들은 상기 분광기로의 입구에 들어가는, 상기 소스를 포함한다. 상기 디바이스에서 수증기의 복수의 분사기들은 상기 표면을 향해 지향된다. 상기 디바이스는 각각 진공 펌프 주입구를 갖는 하나 이상의 진공 펌프들을 더 포함하며, 상기 하나 이상의 진공 펌프 주입구들은 상기 표면의 부

근에 진공을 생성하고, 상기 진공은 상기 이온화 종들과 상호작용하기 위해 하나의 위치로 상기 탈착된 중성 분자들을 지향시키기 위해 사용된다. 상기 디바이스에서 수증기의 상기 복수의 분자들은 상기 표면의 보다 큰 면적의 샘플링을 가능하게 하기 위해 상기 하나 이상의 진공 펌프 주입구들에 인접한다.

[0094]

검체를 유도체화하고 분석하기 위한 디바이스는 상기 검체를 분석하기 위한 분광기로서, 상기 분광기는 입구를 갖는, 상기 분광기, 이온화 종들을 생성하기 위해 구성된 소스로서, 상기 소스는 근위부 및 원위부를 갖고, 상기 원위부는 상기 분광기 입구에 가까우며, 대기압 영역이 상기 소스의 상기 원위부 및 상기 분광기의 입구 사이에 위치되는, 상기 소스, 및 상기 대기압 영역에 위치된 하나 이상의 메쉬로서, 상기 검체 및 유도체화 시약은 메쉬 상에 도포되고, 상기 소스에 의해 생성된 상기 이온화 종들은 검체 분자들이 상기 메쉬로부터 탈착되어 상기 분광기에 들어가는 복수의 검체 이온들을 형성하는 상기 메쉬에서 지향되는, 상기 하나 이상의 메쉬를 포함한다. 상기 디바이스에서 상기 이온화 가스는 가열된 가스일 수 있다. 상기 디바이스에서 상기 메쉬는 둘 이상의 연결된 필라멘트들을 포함하고, 상기 필라멘트들 중 하나 이상은 금속, 동물 스트링, 종이, 다공 종이, 섬유, 직물, 실리카, 플라스틱, 플라스틱 폼, 고분자, 테플론, 고분자 함침 테플론, 셀룰로오스, 소수성 지지 재료 코팅된 필라멘트 및 소수성 지지 재료 함침된 필라멘트로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 상기 디바이스에서 상기 유도체화 시약은 메탄올에서의 삼플루오르화붕소, 염화 테트라메틸 암모늄으로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 상기 디바이스에서 상기 검체는 액체 또는 용액이다. 상기 디바이스에서 상기 검체는 혼합물이며, 상기 검체에 존재하는 상기 분자들 중 하나 이상은 모노 아실 글리세롤 분자, 디-아실 글리세롤 분자 및 트리-아실 글리세롤 분자로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 상기 디바이스에서 상기 검체는 상기 실험 동안 상기 메쉬와 상기 고체의 접촉을 유지하기 위해 점성액에 현탁된 고체이다. 상기 디바이스에서 상기 검체는 상기 스크린에 내장된 고체이다. 상기 디바이스에서 상기 검체는 하나 이상의 인지질들을 포함한 혼합물이다.

[0095]

검체를 유도체화 및 분석하기 위한 디바이스는 상기 검체를 분석하기 위한 분광기로서, 상기 분광기는 입구를 갖는, 상기 분광기, 이온화 종들을 생성하기 위해 구성된 소스로서, 상기 소스는 근위부 및 원위부를 갖고, 상기 원위부는 상기 분광기 입구에 가까우며, 대기압 영역은 상기 소스의 원위부 및 상기 분광기의 입구 사이에 위치되는, 상기 소스, 열을 발생, 전달, 전도, 및 방사하는 것 중 하나 이상을 하도록 적응된 서플라이 및 상기 대기압 영역에 위치된 하나 이상의 메쉬로서, 상기 검체 및 유도체화 시약은 메쉬 상에 도포되고, 상기 서플라이는 상기 검체 및 상기 메쉬 상에 조합된 시약에 열을 발생, 전달, 전도 및 방사하는 것 중 하나 이상을 할 수 있으며, 상기 열 및 상기 소스에 의해 생성된 상기 이온화 종들 중 하나 또는 둘 모두의 결과로서 상기 메쉬로부터 탈착된 검체 분자들은 상기 분광기에 들어가는 복수의 검체 이온들을 형성하는, 상기 서플라이 및 상기 하나 이상의 메쉬를 포함한다. 상기 디바이스는 하나 이상의 가스 이온 분리기들을 더 포함하며, 상기 하나 이상의 가스 이온 분리기들은 상기 하나 이상의 메쉬 및 상기 분광기의 입구 사이에 위치된다. 상기 디바이스에서 상기 소스는 실시간 직접 분석(DART), 플라즈마 보조 탈착/이온화(PADI), 유전체 장벽 방전 이온화 소스(DBDI 또는 DCBI), 탈착 대기압 화학적 이온화(DAPCI), 탈착 음파 분사 이온화(DeSSI), 탈착 대기압 광이온화(DAPPI), 및 흐름 대기압 잔광(FAPA) 및 탈착 전기분사 이온화(DESI), 대기 레이저 탈착 이온화, 코로나 방전, 유도 결합 플라즈마(ICP) 및 글로우 방전 소스로 이루어진 소스로 이루어진 소스들의 그룹으로부터 선택된다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 대략 0.1 암페어의 하한 및 대략 10 암페어의 상한 사이에서 공급하도록 적응된다. 상기 디바이스에서 비-도전성 튜브는 상기 샘플의 연속적인 분석을 허용하도록 탈착되는 상기 샘플의 일정한 보충을 허용하는 레이트로 와이어 메쉬의 표면에 샘플을 포함한 용매를 전달하기 위해 사용된다. 상기 디바이스에서 상기 둘 이상의 튜브들은 상기 샘플의 연속적인 분석을 위한 일정한 보충을 허용하는 레이트로 상기 와이어 메쉬의 표면에 둘 이상의 샘플들의 둘 이상의 조합들 및 상이한 샘플들을 포함한 용매의 다수의 스트림들 중 하나 또는 둘 모두를 전달하기 위해 배치된다. 상기 디바이스에서 상기 제 2 튜브로부터 녹여 분리한 샘플과 상호작용할 수 있는 상기 시약은 분석을 위한 안정된 화학적 엔티티를 형성한다. 상기 디바이스에서 상기 메쉬의 온도는 가열 또는 냉각에 의해 상기 시약 및 상기 샘플의 반응을 위한 반응 조건들을 최적화하도록 적응될 수 있다. 상기 디바이스에서 상기 서플라이는 직류 전기 서플라이, 교류 전기 서플라이, 복사 열 소스, 광원, 레이저, 불꽃, 및 열 싱크로 이루어진 그룹 중 하나 이상으로부터 선택된다. 상기 디바이스에서 상기 제 2 위치에서의 상기 메쉬의 밀도는 제 1 위치에서의 상기 메쉬 밀도보다 높다. 상기 디바이스에서 상기 제 2 메쉬는 상기 분광기의 입자들, 고체들, 결정들, 또는 다른 비-이온화된 재료 중 하나 이상의 전달을 금하도록 작용한다. 상기 디바이스에서 상기 제 2 메쉬는 입자들, 고체들, 결정들, 또는 다른 비-이온화된 재료 중 하나 이상의 분광기의 API 주입구 또는 상기 분광기의 통로를 물리적으로 차단한다.

[0096]

검체를 분석하기 위한 디바이스는 상기 검체를 분석하기 위해 구성된 근위부 및 원위부를 포함한 분광기로서, 상기 검체를 위한 입구는 상기 근위부에 위치되고 검출기는 상기 원위부에 위치되며, 대기압 영역이 상기 근위부 및 상기 원위부 사이에서의 상기 분광기의 길이를 통해 유지되는, 상기 분광기, 상기 분광기 입구에 가까운

원위부를 포함한 이온화 종들을 생성하기 위해 구성된 소스로서, 대기압 영역은 상기 소스의 상기 근위부 및 상기 소스의 상기 원위부 사이에 위치되며 상기 분광기의 근위부로 연장하는, 상기 소스, 열을 발생, 전달, 전도, 방사하는 것 중 하나 또는 둘 모두를 하며 전기 전위를 인가하도록 적응된 서플라이 및 상기 소스 및 상기 분광기 사이에 위치된 둘 이상의 메쉬로서, 상기 검체는 제 1 메쉬 상에 또는 그 가까이에 인가되고, 상기 서플라이는 상기 검체에 열을 발생, 전달, 전도 및 방사하는 것 중 하나 이상을 할 수 있고, 상기 제 1 메쉬로부터 탈착된 분자들은 상기 소스에 의해 생성되는 상기 이온화 종들과 상호작용하여 검체 이온들을 형성하고, 상기 검체 이온들의 운동 에너지는 제 2 메쉬에 인가된 전위에 의해 변경되는, 상기 서플라이 및 상기 둘 이상의 메쉬를 포함한다. 상기 디바이스에서 상기 소스는 전기분사 이온화, 나노-전기분사 이온화, 대기압 매트릭스-보조 레이저 탈착 이온화, 대기압 화학적 이온화, 탈착 전기분사 이온화, 대기압 유전체 장벽 방전 이온화, 대기압 저온 플라즈마 탈착 이온화, 및 전기분사-보조 레이저 탈착 이온화, 실시간 직접 분석, 플라즈마 보조 탈착/이온화, 유전체 장벽 방전 이온화 소스, 탈착 대기압 화학적 이온화, 탈착 음파 분사 이온화, 탈착 대기압 광 이온화, 및 흐름 대기압 잔광, 대기 레이저 탈착 이온화, 코로나 방전, 유도 결합 플라즈마 및 글로우 방전 소스로 이루어진 그룹으로부터 선택된 기술에 의해 동작한다. 상기 디바이스에서 상기 분광기는 질량 분광기, 휴대용 질량 분광기, 이온 유동성 분광기(IMS) 및 휴대용 IMS로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 상기 디바이스에서 상기 분광기는 사중극자 이온 트랩, 직선 이온 트랩, 원통형 이온 트랩, 이온 사이클로트론 공명 트랩, 오비트랩, 섹터, 및 비행시간형 질량 분광기로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 상기 디바이스에서 상기 검체는 고체 상, 액체 상, 및 기체 상으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 상태이다. 상기 디바이스에서 상기 검체는 그 기원이 생물학적이다. 상기 디바이스에서 상기 검체는 그 기원이 비-생물학적이다. 상기 디바이스의 상기 검체는 산업 제품, 의약품, 약제학적 성분, 음식, 음식 재료, 독소, 약물, 폭발물, 세균, 및 생물학적 조직으로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0097] 본 발명의 일 실시예에서, 검체를 분석하기 위한 디바이스는 검체 이온들을 수용하기 위한 입구를 갖고, 상기 검체를 분석하기 위해 구성된 분광기, 분석된 검체 이온들을 검출하기 위한 검출기, 및 이온화 종들을 생성하기 위해 구성된 대기압 소스를 포함한다. 상기 디바이스는 용액으로부터의 검체 분자들 또는 검체의 클러스터들 및 용매 분자들의 흐름을 더 포함하며, 상기 검체 분자들 또는 검체의 클러스터들 및 용매 분자들은 상기 소스에 의해 생성되는 상기 이온화 종들과 상호작용하여 상기 분광기에 들어가고 분석되는 복수의 검체 이온들을 형성한다. 상기 검체 분자들 또는 검체 클러스터들 및 용매 분자들의 흐름은 매트릭스 보조 레이저 탈착, 2차 이온 충돌 기술들, 전기 분사, 열분사 및 전기-수력학적 탈착을 포함한 하나 이상의 기술들에 의해 생성될 수 있다. 상기 검체 분자들 또는 검체 클러스터들 및 용매 분자들의 상기 흐름을 형성하기 이전에, 상기 검체는 고체 지지대와 상호작용함으로써 색층 분석으로 분리될 수 있다.

[0098] 검체를 분석하기 위한 디바이스는 입구 및 이온 유동성 분광기 입구에 인가된 제 1 전위를 가진 검출기를 포함한 이온 유동성 분광기, 이온화 종들을 생성하기 위해 구성된 소스, 열을 발생시키고, 열을 전달하고, 열을 전도시키고, 열을 방사하며, 전기 전위를 인가하는 것 중 하나 이상을 하도록 적응된 서플라이, 및 상기 소스 및 상기 분광기 사이에 위치된 둘 이상의 메쉬를 포함한다. 상기 검체는 제 1 메쉬 상에 또는 그 가까이에 인가되며, 상기 서플라이는 상기 검체의 분자들을 흡착시키기 위해 상기 검체에, 열을 발생시키고, 열을 전달하고, 열을 전도시키고, 열을 방사하는 것 중 하나 이상을 할 수 있고, 상기 제 1 메쉬로부터 탈착된 분자들은 상기 소스에 의해 생성되는 상기 이온화 종들과 상호작용하여 검체 이온들을 형성한다. 상기 디바이스에서 상기 검체가 인가되는 상기 메쉬는 접지된다. 상기 디바이스에서 상기 검체가 인가되는 상기 메쉬는 제 1 전위를 갖지 않는다. 상기 디바이스에서 상기 검체가 인가되는 상기 메쉬는 상기 제 1 전위와 대략 100 볼트 상이한 전위를 갖는다. 상기 디바이스에서 상기 검체가 인가되는 상기 메쉬는 상기 제 1 전위와 대략 1000 볼트 상이한 전위를 갖는다. 상기 둘 이상의 메쉬는 둘 이상의 전위들을 가지며, 상기 둘 이상의 전위는 상기 제 1 전위와 대략 100 볼트 상이하다. 상기 둘 이상의 메쉬는 둘 이상의 전위들을 가지며, 상기 둘 이상의 전위는 상기 제 1 전위와 대략 1000 볼트 상이하다.

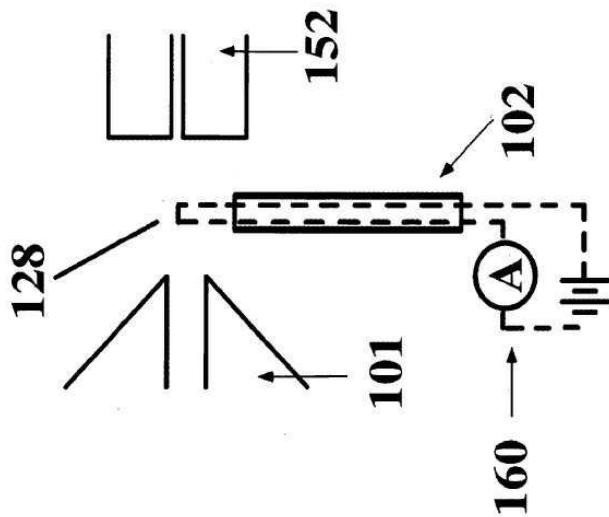
[0099] 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 검체는 고체 상, 액체 상, 및 기체 상으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 상태이다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 검체는 그 기원이 생물학적이다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 검체는 그 기원이 비-생물학적이다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 상기 검체는 산업 제품, 의약품, 약제학적 성분, 음식, 음식 재료, 독소, 약물, 폭발물, 세균, 및 생물학적 조직으로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0100] 상기 시스템들, 방법들, 및 디바이스들은 예들을 설명함으로써 예시되며 상기 예들은 상당히 상세하게 설명되었지만, 본 출원인들의 의도는 첨부된 청구항들의 범위를 이러한 상세에 한정하거나 또는 임의의 방식으로 제한하

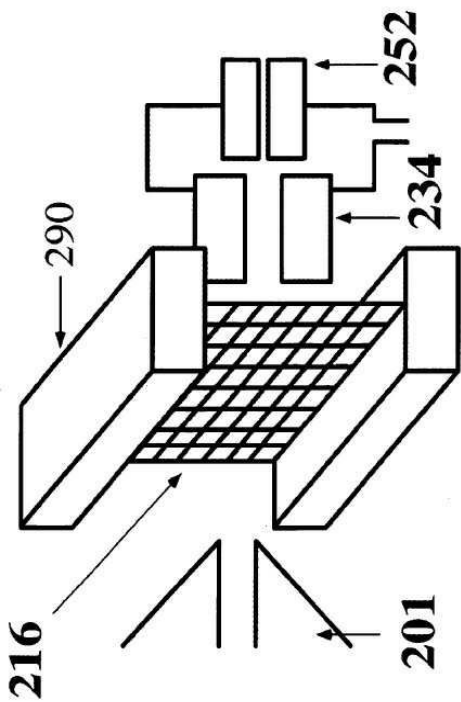
려는 것은 아니다. 물론, 본원에 제공된 시스템들, 방법들, 및 디바이스들을 설명하기 위한 목적들의 구성요소들 또는 방법론들의 모든 상상할 수 있는 조합을 설명하는 것은 가능하지 않다. 부가적인 이점들 및 변경들이 이 기술분야의 숙련자들에게 쉽게 명백해질 것이다. 그러므로, 본 발명은 보다 광범위한 양상에서, 특정 상세들, 대표적인 시스템, 방법 또는 디바이스, 및 도시되고 설명된 예시적인 예들에 제한되지 않는다. 따라서, 출원인의 일반적인 발명적 개념의 사상 또는 범위로부터 벗어나지 않고 이러한 상세들로부터의 일탈들이 이루어질 수 있다. 따라서, 본 출원은 첨부된 청구항들의 범위에 속하는 변경들, 수정들, 및 변형들을 포괄하도록 의도된다. 더욱이, 앞선 설명은 본 발명의 범위를 제한하려고 의도되지 않는다. 오히려, 본 발명의 범위는 첨부된 청구항들 및 그 등가물들에 의해 결정되는 것이다.

도면

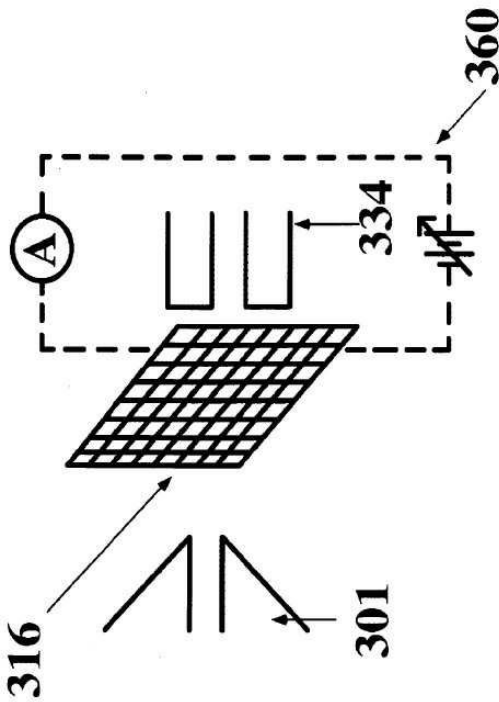
도면1



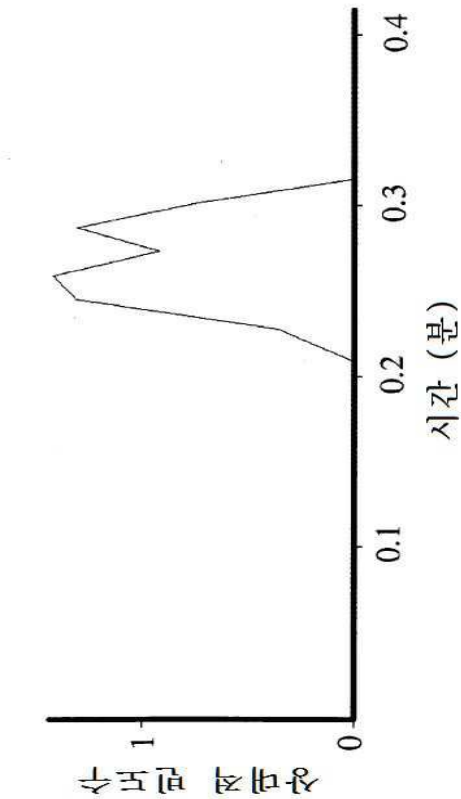
도면2



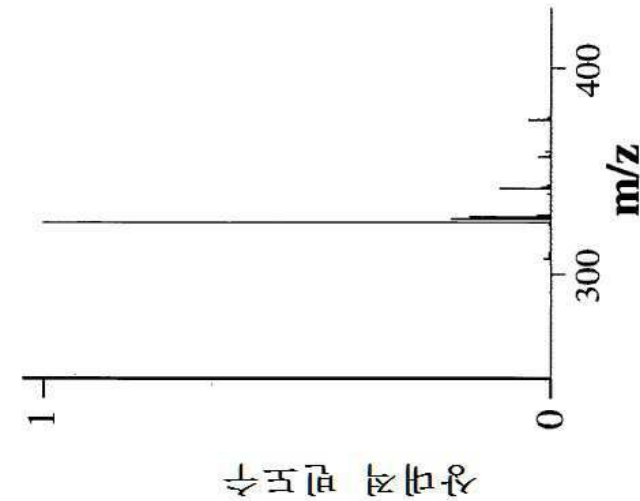
도면3



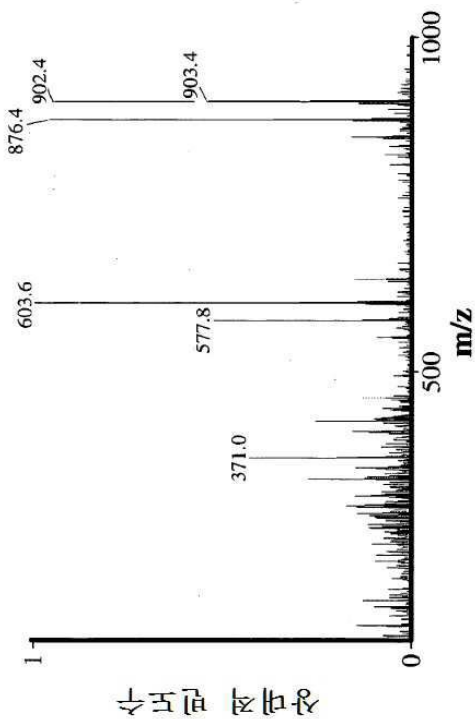
도면4a



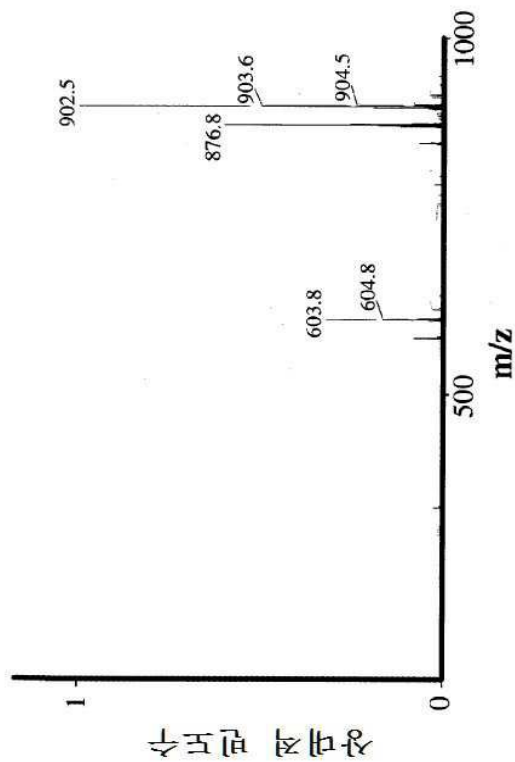
도면4b



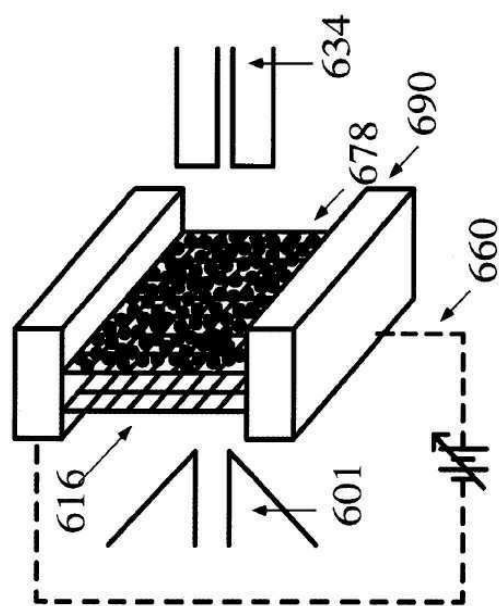
도면5a



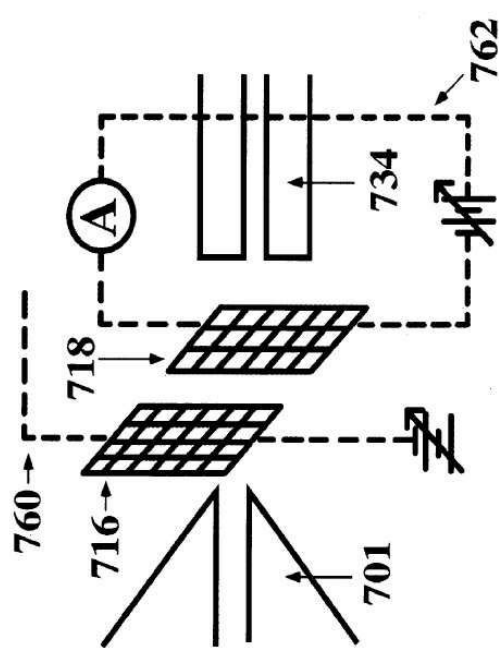
도면5b



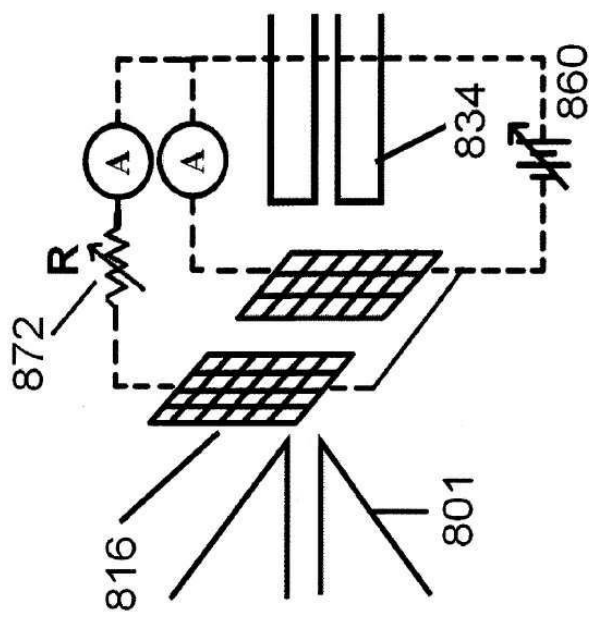
도면6



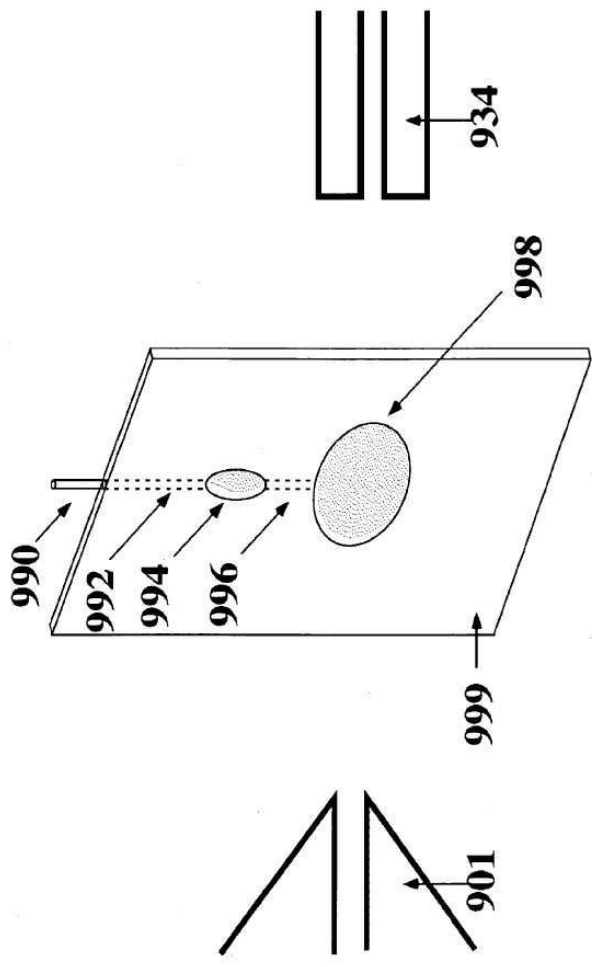
도면7



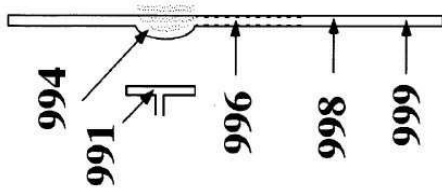
도면8



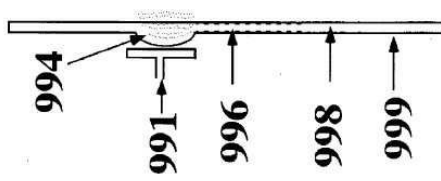
도면9a



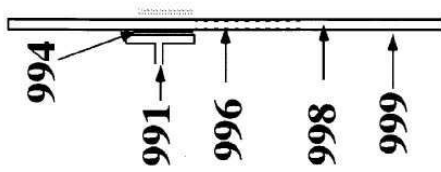
도면9b



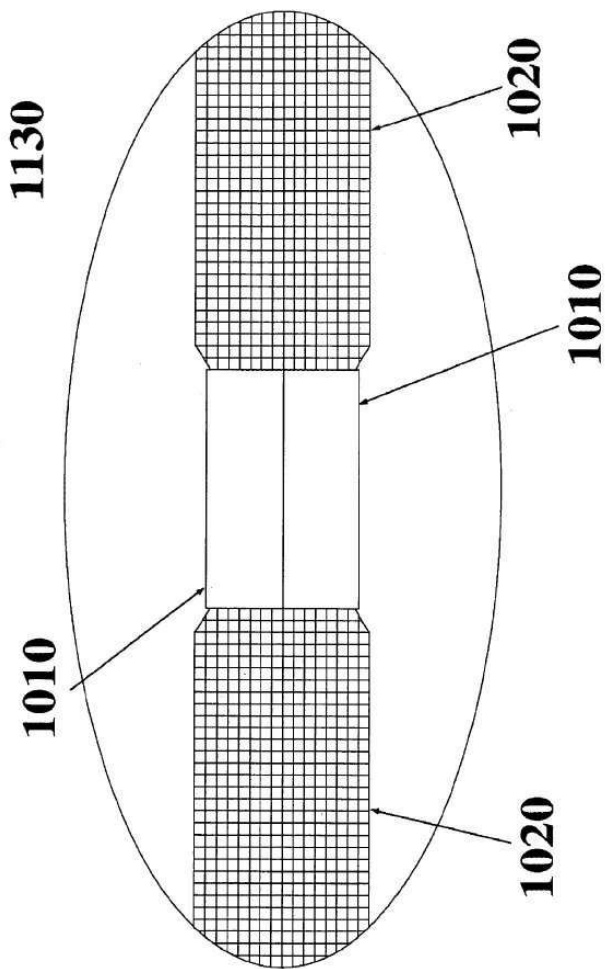
도면9c



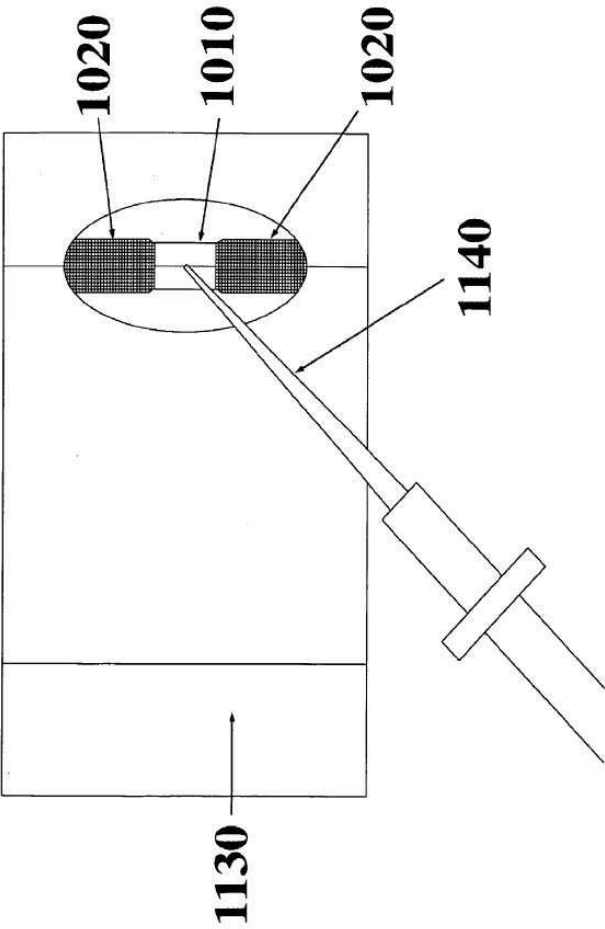
도면9d



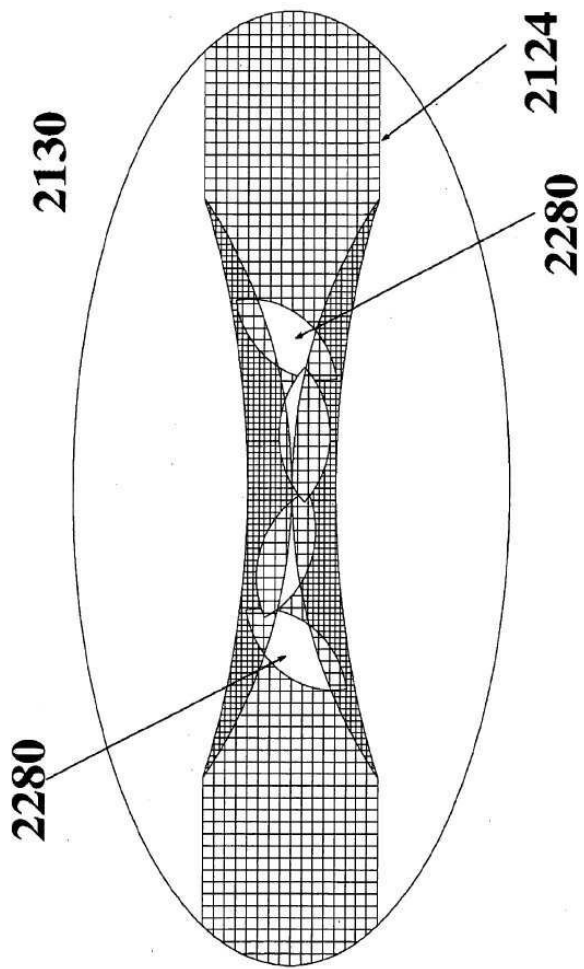
도면10



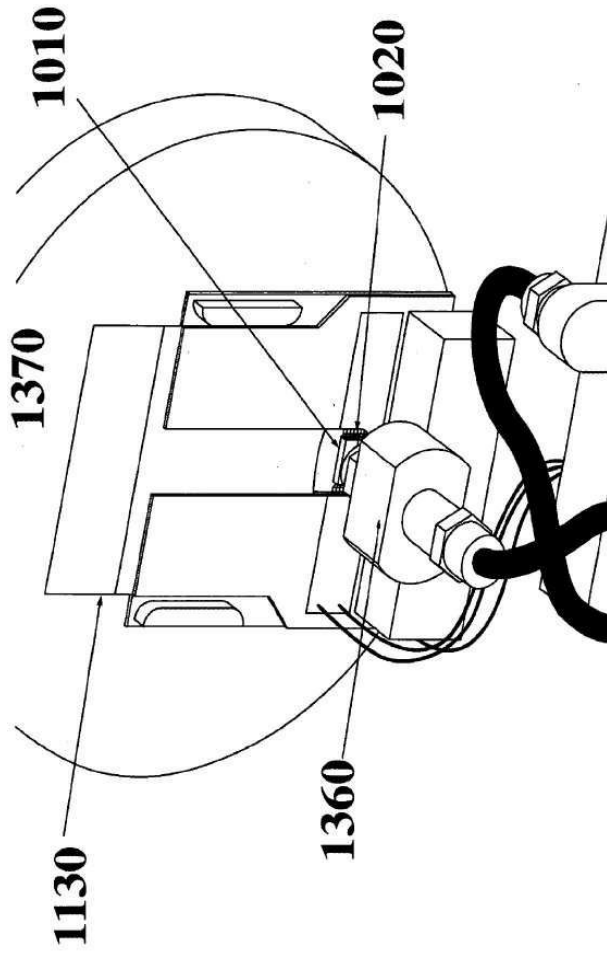
도면11



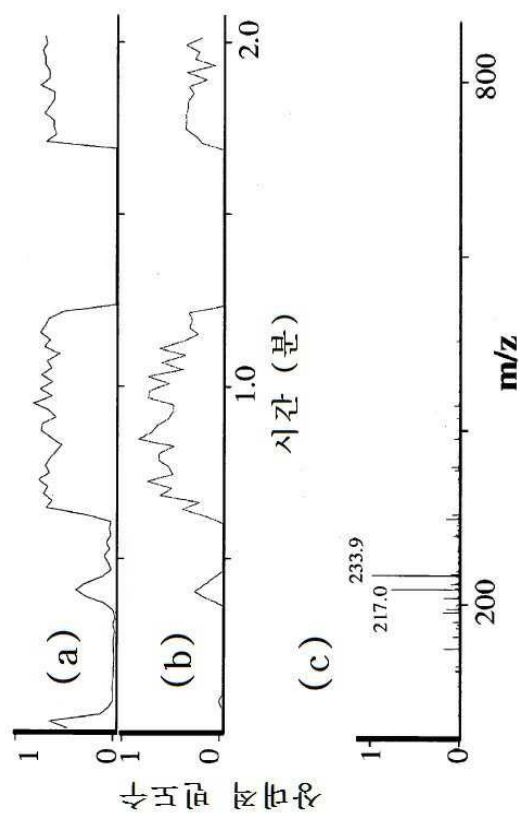
도면12



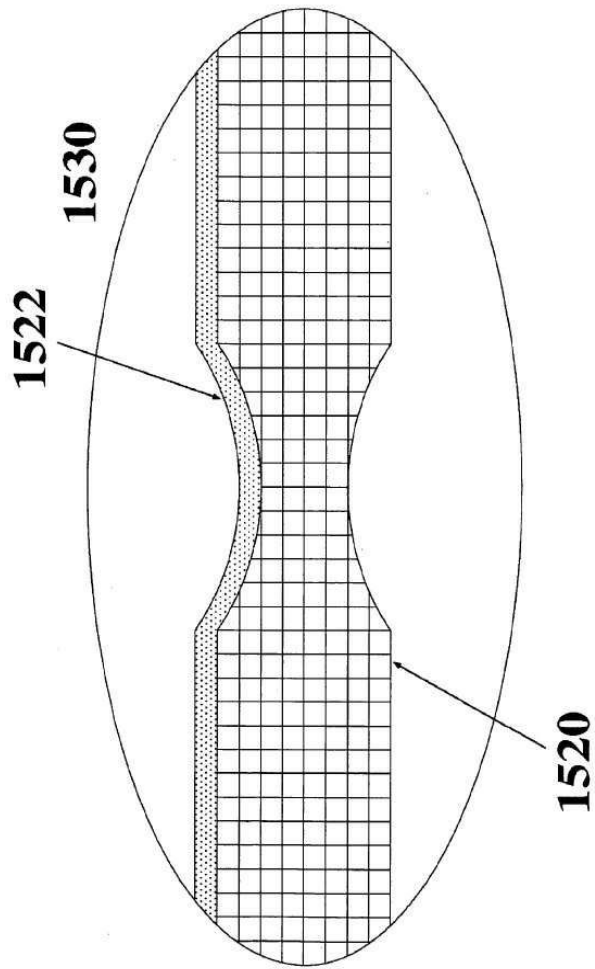
도면13



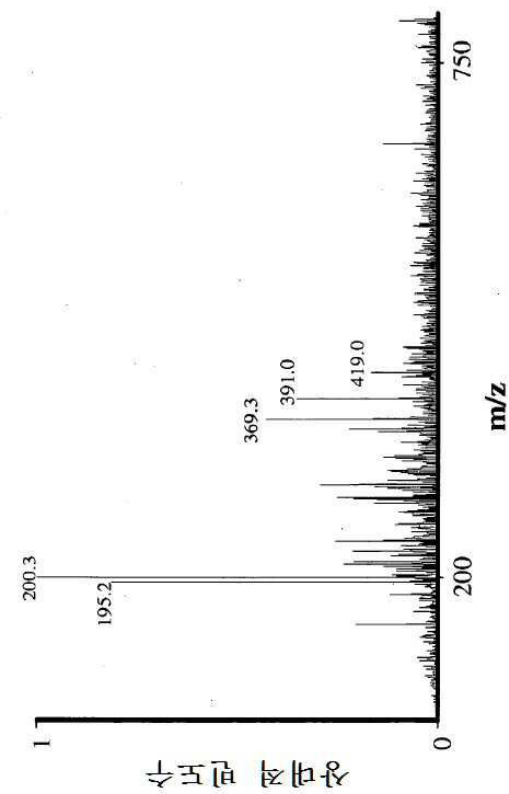
도면14



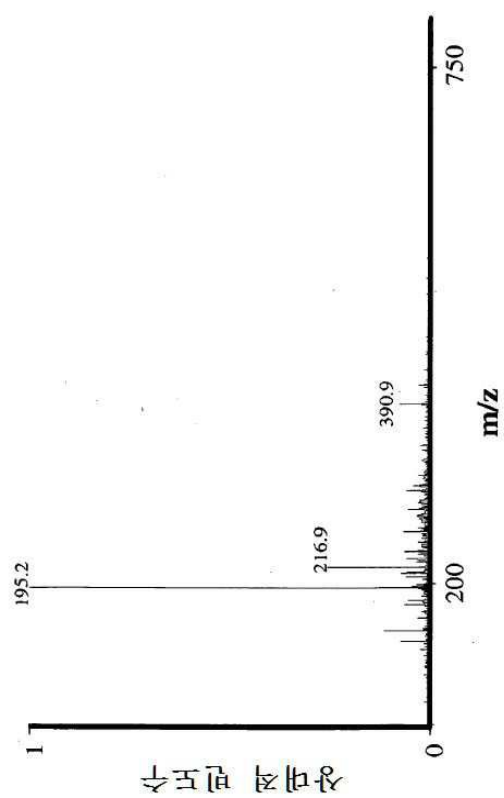
도면15



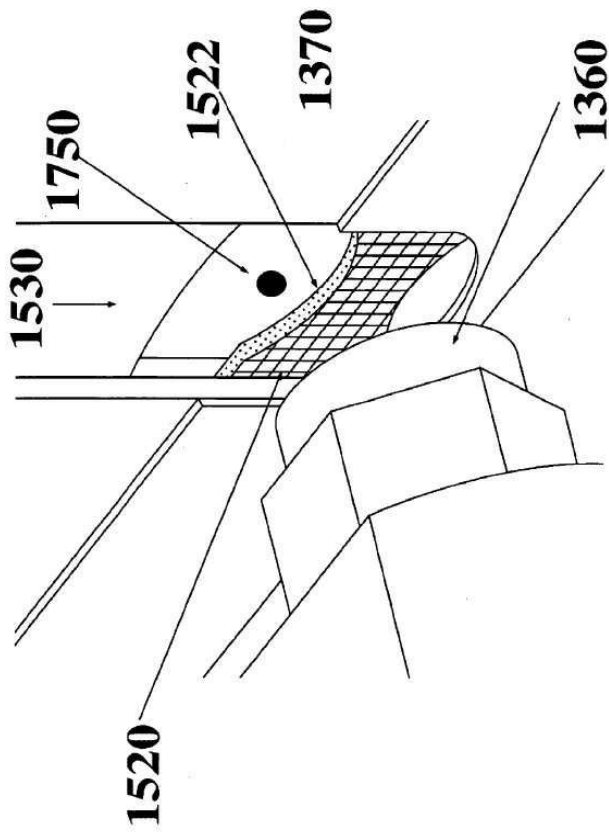
도면16



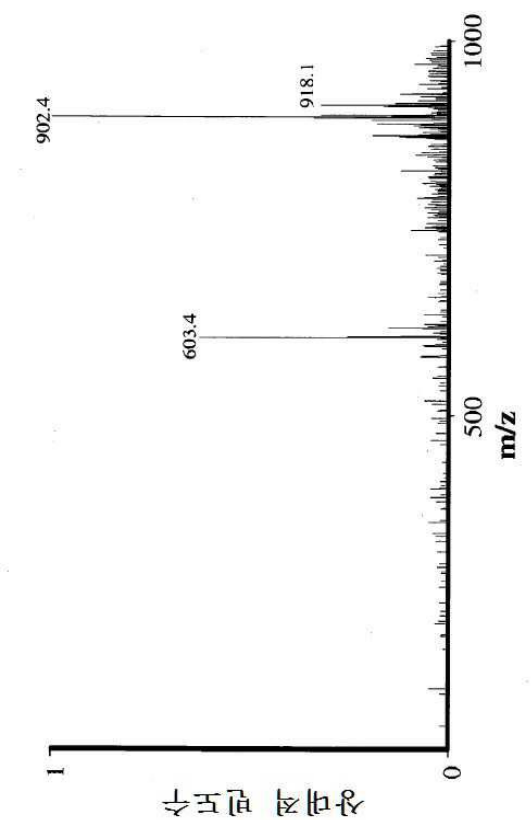
도면17



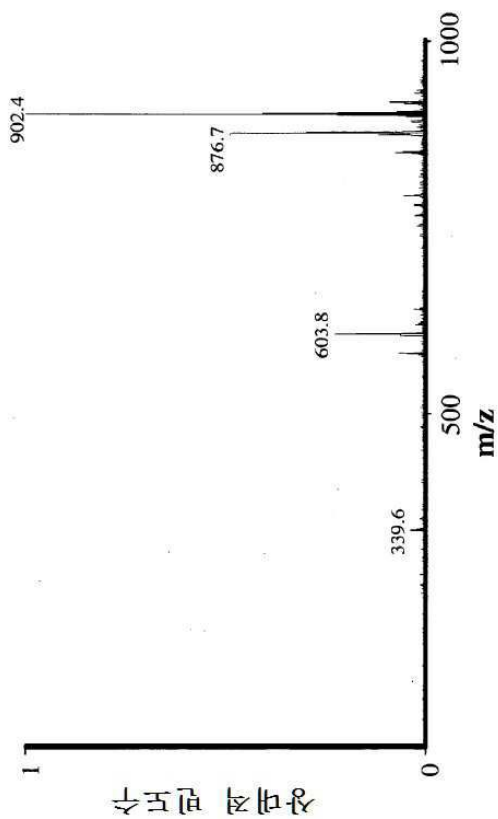
도면18



도면19



도면20



도면21

