



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월22일
(11) 등록번호 10-2206552
(24) 등록일자 2021년01월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/62 (2021.01) H01J 49/26 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 27/622 (2021.01)
H01J 49/26 (2020.05)
- (21) 출원번호 10-2015-7029215
- (22) 출원일자(국제) 2014년03월12일
심사청구일자 2019년03월12일
- (85) 번역문제출일자 2015년10월14일
- (65) 공개번호 10-2015-0132405
- (43) 공개일자 2015년11월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/GB2014/050744
- (87) 국제공개번호 WO 2014/140577
국제공개일자 2014년09월18일
- (30) 우선권주장
1304776.6 2013년03월15일 영국(GB)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2009002815 A*
W02011094529 A2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
스미스 디텍션-워트포드 리미티드
영국 에이치피2 7다이 헤멜햄스테드 메이랜즈애비뉴 센츄리하우스
- (72) 발명자
샤프, 데이비드
영국 더블유디23 2비더블유 허스포드셔 워트포드 부쉐이 파크에비뉴 459 스미스 디텍션-워트포드 리미티
앳킨슨, 조나단
영국 더블유디23 2비더블유 허스포드셔 워트포드 부쉐이 파크에비뉴 459 스미스 디텍션-워트포드 리미티
- (74) 대리인
이철희, 고윤호

전체 청구항 수 : 총 22 항

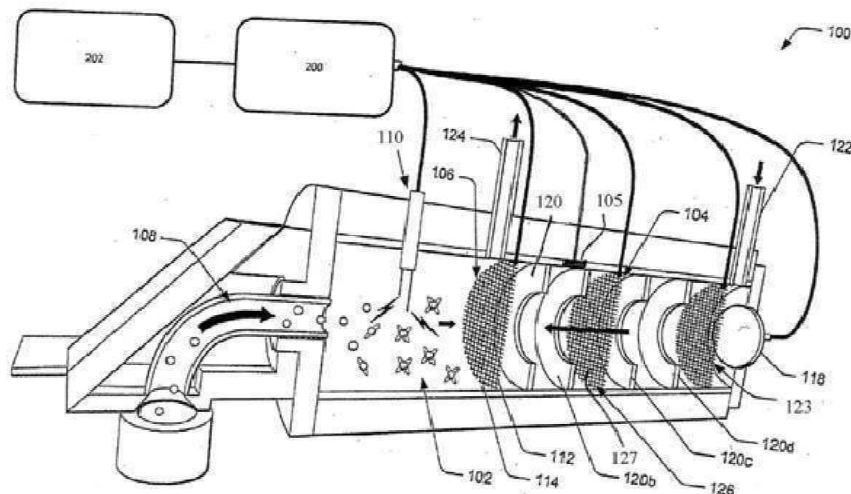
심사관 : 임해영

(54) 발명의 명칭 이온 개질

(57) 요약

이온 이동도 분광 분석 방법은, 샘플이 제1 특징을 가지는 이온을 포함하는지를 결정하는 단계; 및 상기 샘플이 제1 특징을 가지는 이온을 포함하는 것이 결정된 경우에, 상기 제1 특징 및 제2 특징에 기초하여 모이온에 대하여 적어도 하나의 본질을 추론하기 위하여 상기 제2 특징을 가지는 자이온을 얻도록 상기 모이온에 무선 주파수, RF, 전기장과 함께 열 에너지를 인가하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

분광계를 이용하여 이온 이동도를 분광 분석하는 이온 이동도 분광 분석 방법으로서,
 샘플이 제1 특징을 가지는 이온을 포함하는지를 결정하는 단계;

상기 샘플이 제1 특징을 가지는 이온을 포함하는 것이 결정된 경우에, 상기 제1 특징 및 제2 특징에 기초하여 모이온을 위해 적어도 하나의 본질을 추론하기 위하여 상기 제2 특징을 가지는 자이온을 얻도록 상기 모이온에 RF 전기장과 함께 열 에너지를 인가하는 단계를 포함하되

상기 분광계는 드리프트 챔버를 포함하며, 상기 드리프트 챔버는 상기 RF 전기장을 인가하는 전극을 포함하는 이온 이동도 분광 분석 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 샘플이 제1 특징을 가지는 이온을 포함하는지를 결정하는 단계는 상기 샘플로부터 과생된 다수의 제1 이온을 개질하도록 RF 전기장 및 열 에너지 중 하나를 인가하는 단계를 포함하는 이온 이동도 분광 분석 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 열 에너지를 인가하는 단계는 선택된 기간 동안 상기 드리프트 챔버의 영역에 열 에너지를 인가하는 단계를 포함하는 이온 이동도 분광 분석 방법.

청구항 4

제3항에 있어서

상기 열 에너지는 상기 전극의 선택된 거리 내에서 국부화되는 이온 이동도 분광 분석 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 RF 전기장과 함께 열 에너지를 인가하는 단계는 RF 전기장을 인가하기 전에 열 에너지를 인가하는 단계를 포함하는 이온 이동도 분광 분석 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 드리프트 챔버의 영역의 온도를 결정하는 단계, 및 상기 온도가 선택된 임계 온도보다 낮은 경우에만 열 에너지를 인가하는 단계를 추가로 포함하는 이온 이동도 분광 분석 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 열 에너지를 인가하는 단계는 RF 전기장의 인가없이 이온을 개질하는데 충분하지 않은 온도로 상기 드리프트 챔버의 영역을 가열하는 단계를 포함하는 이온 이동도 분광 분석 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 열 에너지를 인가하는 단계는 RF 전기장에 의해 이온 개질을 촉진하도록 선택된 온도로 상기 드리프트 챔버의 영역을 가열하는 단계를 포함하는 이온 이동도 분광 분석 방법.

청구항 9

이온 이동도 분광계로서,

드리프트 챔버;

샘플의 이온의 특징을 결정하기 위한 특징 결정기;

상기 드리프트 챔버 내에 배치되며, 상기 분광계의 영역에서 이온을 RF 전기장으로 처리하는 전극;

상기 영역을 가열하는 히터;

결정된 특징에 기초하여 열 에너지 및 RF 전기장 중 적어도 하나를 인가하도록, 상기 전극에 RF 전압의 인가 및 상기 히터 중 적어도 하나를 선택적으로 제어하도록 구성된 컨트롤러를 포함하는 이온 이동도 분광계.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 컨트롤러는 샘플의 이온이 제1 특징을 가지는 것을 상기 특징 결정기가 결정하는 경우에 다수의 제1 이온에 RF 전기장 및 열 에너지 중 하나를 인가하고,

그런 다음 다수의 제1 이온이 제2 특징을 가지는 것을 상기 특징 결정기가 결정하는 경우에 다수의 제2 이온에 RF 전기장과 열 에너지를 인가하도록 구성되는 이온 이동도 분광계.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 특징 결정기는 상기 드리프트 챔버 내로 이온의 통행을 제어하기 위한 게이트를 포함하고, 상기 컨트롤러는 선택된 기간 동안 열 에너지를 인가하기 위하여 상기 히터를 작동시키도록 구성되는 이온 이동도 분광계.

청구항 12

제9항에 있어서, 상기 컨트롤러는 온도가 선택된 임계 온도보다 낮은 경우에 열 에너지를 인가하기 위하여 상기 히터를 작동시키도록 구성되는 이온 이동도 분광계.

청구항 13

이온 이동도 분광계로서,

드리프트 챔버;

상기 드리프트 챔버 내에 배치되며, 분광계의 영역에서 이온에 RF 전기장을 인가하도록 구성된 이온 개질기;

상기 영역을 가열하도록 구성된 히터; 및

RF 전기장을 인가하도록 상기 이온 개질기를 작동시키기 전에 상기 영역을 가열하기 위해 상기 히터를 작동시키도록 구성된 컨트롤러를 포함하는 이온 이동도 분광계.

청구항 14

삭제

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 드리프트 챔버를 따르는 이온의 통행을 검출하도록 구성된 검출기, 및 상기 드리프트 챔버 내로의 이온의 통행을 제어하도록 구성된 게이트를 포함하며, 상기 히터는, 상기 드리프트 챔버의 드리프트 가스 입구; 상기 이온 개질기와 상기 게이트 사이의 상기 드리프트 챔버; 상기 검출기와 상기 이온 개질기 사이의 상기 드리프트 챔버; 및 상기 이온 개질기 주위의 상기 드리프트 챔버의 벽에 의해 지지되는 것으로 이루어진 목록으로부터 선택된 위치에 배치되는 이온 이동도 분광계.

청구항 16

제13항에 있어서, 상기 히터는 상기 드리프트 챔버의 다른 영역보다 많이 상기 드리프트의 영역을 가열하도록 배열되는 이온 이동도 분광계.

청구항 17

제13항에 있어서, 상기 분광계는 상기 드리프트 챔버에 있는 국부화된 영역에 적외선 방사를 인가하도록 배열된 적외선 방사원을 포함하는 이온 이동도 분광계.

청구항 18

제13항에 있어서, 상기 이온 개질기는 히터를 포함하는 이온 이동도 분광계.

청구항 19

제13항에 있어서, 이온의 특징을 결정하기 위한 특징 결정기를 포함하며, 상기 컨트롤러는 상기 특징 결정기가 선택된 세트의 특징 중 하나를 가지는 이온의 존재를 나타내지 않으면 상기 히터를 작동시키지 않도록 구성되는 이온 이동도 분광계.

청구항 20

제13항에 있어서, 온도 센서를 포함하며, 상기 컨트롤러는 온도가 선택된 임계 온도보다 낮지 않으면 상기 히터를 작동시키지 않도록 구성되는 이온 이동도 분광계.

청구항 21

제1항에 있어서,

상기 RF 전기장을 인가하는 전극은 상기 이온들의 진행 방향 내에서 이격된 두 개의 전극을 포함하는 이온 이동도 분광 분석 방법.

청구항 22

제9항에 있어서,

상기 RF 전기장을 인가하는 전극은 상기 이온들의 진행 방향 내에서 이격된 두 개의 전극을 포함하는 이온 이동도 분광계.

청구항 23

제13항에 있어서,

상기 이온 개질기는 상기 이온들의 진행 방향 내에서 이격된 두 개의 전극을 포함하는 이온 이동도 분광계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 장치 및 방법에 관한 것이고, 특히 분광계 및 분광 분석 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이온 이동도 분광계(IMS)는, 물질(예를 들어, 분자, 원자 등)을 이온화하고 결과적인 이온이 공지된 전기장에 따라서 공지된 거리를 주행하는데 걸리는 시간을 측정하는 것에 의해 관심 샘플로부터 물질을 식별할 수 있다. 이온의 비산 시간(time of flight)은 검출기에 의해 측정될 수 있고, 비산 시간은 이온의 이동도와 관련된다. 이온의 이동도는 그 질량 및 기하학적 형태와 관련된다. 그러므로, 검출기에서 이온의 비산 시간을 측정하는 것에 의해, 이온의 본질(identity)을 추론하는 것이 가능하다. 이러한 비산 시간은 플라즈마그램(plasmagram)으로서 도표로 또는 수치적으로 디스플레이될 수 있다.

[0003] 일부 예에서, 추가적인 정보를 제공하도록 무선 주파수, RF, 전기장(예를 들어, 이온을 세분화하는 것에 의해)을 이용하여 이온의 일부를 개질하는 것은 이온에 대한 본질을 추론하도록 사용될 수 있다. 이러한 것은 이온의 측정에서 추가의 자유도를 제공하고, 그러므로 구별하는 것이 어려울 수 있는 이온 사이의 차이를 분석하는 능력을 개선할 수 있다. 측정이 오염물의 존재 시에 또는 어려운 작동 조건에서 수행되는 경우에, 또는 샘플이 유사한 기하학적 형태 또는 질량 등을 포함하는 경우에, 이온 및 이온 개질을 검출하고 식별하는 IMS의 능력은 이러한 문제를 다루는 하나의 방식이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 실시예는 관심 샘플로부터 이온을 개질하도록 대안, 예를 들어 RF, 전기장과 조합하여 열 에너지의 선택적 적용에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 이온 이동도 분광계는 샘플이 제1 특징, 예를 들어 하나 이상의 관심 물질과 관련된 비산 시간을 가지는 이온을 포함하는지를 측정할 수 있다. 이온 이동도 분광계는 자이온(daughter ions)을 얻도록 모이온(parent ions)에 무선 주파수, RF, 전기장과 함께 열 에너지를 인가하도록 작동될 수 있다. 자이온은 그런 다음 제2 특징(예를 들어, 제2 비산 시간)을 가질 수 있으며, 이러한 것은 본질, 또는 후보군 본질(candidate identities)의 선택이 제1 특징과 제2 특징에 기초하여 모이온을 위해 결정되는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0006] 본 발명의 또 다른 예로서, 이온 이동도 분광계는 분광계의 영역, 예를 들어 이온 개질기(ion modifier)에 인접한 사전 한정된 영역에서 이온에 RF 전기장을 인가하도록 구성된 이온 개질기; 상기 영역을 가열하도록 구성된 히터; 및 RF 전기장을 인가하도록 이온 개질기를 작동시키기 전에 상기 영역을 가열하기 위해 히터를 작동시키도록 구성된 컨트롤러를 포함할 수 있다. 이러한 가열은 상기 영역이 분광계의 다른 영역보다 많이 가열되도록 국부화될 수 있다. 예를 들어, 이온 개질기는 분광계의 드리프트 챔버의 영역에서 이온에 RF 전기장을 인가하도록 배열될 수 있으며, 히터는 드리프트 챔버의 다른 영역보다 많이 이 영역을 가열하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0007] 이러한 것은 전기장 또는 열 에너지가 단독으로 사용될 때보다 요구될 수 있는 것보다 적은 에너지가 이온을 개질하도록 사용되는 것을 가능하게 할 수 있다. 이러한 것은 손파지 및/또는 배터리 구동 장치와 같은 휴대용 분광 분석 장치가 개선된 효율로 작동되는 것을 가능하게 한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 본 발명의 실시예는 지금 첨부 도면을 참조하여 단지 예의 방식으로 설명된다.

도 1은 분광계의 도면이고;

도 2a 내지 도 2e는 도 1에 도시된 분광계의 변형을 예시하는 분광계의 예들의 개략도이며;

도 3은 분광계를 작동시키는 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 도 1은 게이트(106)에 의해 드리프트 챔버(104)로부터 분리되는 이온화 챔버(102)를 포함하는 이온 이동도 분광계(IMS)(100)를 도시한다. 게이트(106)는 이온화 챔버(102)로부터 드리프트 챔버(104)로 이온의 통행을 제어할 수 있다. 도 1에서, 이온화 표면(110)은 이온화 챔버(102)에 있는 물질을 이온화하기 위해 배열된다. 도시된 바와 같이, IMS(100)는 관심 샘플로부터 이온화 챔버(102)로 물질이 도입되는 것을 가능하게 위한 입구(108)를 포함한다.

[0010] 도 1에 도시된 예에서, 드리프트 챔버(104)가 이온화 챔버(102)와 검출기(118) 사이에 놓여서, 이온은 드리프트 챔버를 가로지르는 것에 의해 검출기(118)에 도달할 수 있다. 드리프트 챔버(104)는 이온화 챔버로부터 검출기(118)를 향하여 드리프트 챔버(104)를 따라서 이온을 움직이도록 드리프트 챔버에서 전기장을 인가하기 위한 일련의 전극(120a-d)들을 포함할 수 있다.

[0011] IMS(100)는 검출기(118)까지의 이온의 진행 경로에 대체로 반대 방향으로 드리프트 가스의 유동을 제공하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 드리프트 가스는 검출기(118)에 인접한 곳으로부터 게이트(106)를 향해 유동할 수 있다. 예시된 바와 같이, 드리프트 가스 입구(122)와 드리프트 가스 출구(124)는 드리프트 가스가 드리프트 챔버를 통과하도록 사용될 수 있다. 예의 드리프트 가스는 질소, 헬륨, 공기, 재순환된 공기(예를 들어, 세정 및/또는 건조된 공기) 등을 포함하지만 이에 한정되지 않는다.

[0012] 검출기(118)는 특정 결정기(200)에 신호를 제공하도록 결합될 수 있다. 검출기(118)로부터 전류 유동은 이온이 검출기(118)에 도달하였다는 것을 추론하도록 특정 결정기(200)에 의해 사용될 수 있으며, 이온의 특징은 게이트(106)로부터 드리프트 챔버(104)를 따라서 검출기(118)로 이온이 보내진 시간에 기초하여 결정될 수 있다. 검출기(118)의 예는 이온이 검출기(118)에 도달한 것을 나타내는 신호를 제공하도록 구성된다. 예를 들어, 검출기는 이온을 포획하도록 하전될 수 있는 패러데이 플레이트(faraday plate)를 포함할 수 있다.

- [0013] 전극(120a-d)들은 검출기(118)를 향하여 이온을 가이드하도록 배열될 수 있으며, 예를 들어, 전극(120a-d)들은 검출기(118) 상에 이온을 집중시키도록 드리프트 챔버(104) 주위에 배열될 수 있다. 비록, 도 1의 예가 다수의 전극(120a-d)들을 포함할지라도, 일부 예에서, 단지 2개의 전극들만이 사용되거나, 또는 단일의 전극이 검출기(118)를 향해 이온을 가이드하기 위해 전기장을 인가하도록 검출기(118)와 조합하여 사용될 수 있다. 예를 들어 다른 기하학적 형상 및 전기 저항성 및/또는 연속 코팅과 같은 전도성(예를 들어, 저항성 전기 도체)의 전극들을 포함하지만 이에 한정되지 않는 다른 전극 구성이 또한 가능하다.
- [0014] 무선 주파수, RF, 전극(126)은 이온화 챔버로부터 검출기로 이동한 이온이 RF 전극을 지나도록 드리프트 챔버(104)를 가로질러 배열될 수 있다. RF 전극은 니켈과 같은 금속으로 구성될 수 있는 도체의 그리드를 포함할 수 있다. 하나의 예에서, 도체들은 20 미크론의 지름일 수 있다. 하나의 예에서, 도체들은 30 미크론 이격될 수 있다. RF 전극은 2개의 전극, 예를 들어 이격될 수 있는 2개의 그리드를 포함할 수 있다. 하나의 예에서, 2개의 그리드 사이의 간격은 250 미크론일 수 있다. RF 전극은 드리프트 챔버(104)의 영역에서 RF 전기장을 받을 수 있다. RF 전극(126)이 2개의 전극을 포함하는 경우에, 상기 영역은 전극들 사이의 간격만큼 제공될 수 있다.
- [0015] 도 1에서, RF 전극(126)은, 이온이 RF 전기장을 받도록 RF 전극(126)이 배열되는 드리프트 챔버의 영역에서 열 에너지를 제공하기 위하여 배열되는 히터(127)를 포함한다. 도 1의 예에서, 히터(127)는 RF 전극(126)의 일부일 수 있는 저항성 전기 도체를 포함한다.
- [0016] 도 1에 도시된 예에서, 특징 결정기(200)는 컨트롤러(202)에 결합되고, 컨트롤러는 RF 전극(126)에 대한 RF 전압의 인가; 및 히터(127)에 의한 가열을 선택적으로 제어하도록 구성될 수 있다. 따라서, 컨트롤러(202)는 특징 결정기(200)에 의해 결정된 이온의 특징에 기초하여 열 에너지 및/또는 RF 전기장의 인가를 제어할 수 있다.
- [0017] 분광계(100)는 가드(123, guard)를 포함할 수 있으며, 가드는, 이온이 실제로 검출기에 도달하기 전에 검출기에 도달하는 이온과 관련된 전기장을 억제하기 위해 등전위 스크린(equipotential screen)을 제공하도록 배열되는 도체를 포함할 수 있다. 이러한 것은 이온이 검출기(118)에 도달하기 전에 검출기가 이온의 도달을 잘못 검출하는 것을 억제할 수 있다. 가드(123)는 그리드에 배열될 수 있는 도전 재료에 의해 제공될 수 있다. 가드(123)는 예를 들어 컨트롤러(202)에 의해 선택된 전압에 결합될 수 있다.
- [0018] 분광계(100)는, 드리프트 챔버(104)에서의 온도를 감지하고 감지된 온도에 기초한 신호를 컨트롤러(202)에 제공하기 위한 센서(105)를 포함할 수 있다. 센서(105)는 드리프트 챔버(104)에 배치될 수 있고, 예를 들어, 센서(105)는 드리프트 챔버의 벽에 의해 지지될 수 있다. 온도 센서(105)는 서미스터 또는 열전쌍을 포함할 수 있는 전기 센서(예를 들어, 전자 센서)와 같은 임의의 센서를 포함할 수 있다. 컨트롤러(202)는 온도 센서(105)로부터 신호를 얻고 온도가 선택된 임계 온도보다 낮은 경우에 열 에너지를 인가하기 위해 히터(127)를 작동시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 컨트롤러(202)는 온도가 선택된 임계 온도보다 낮지 않으면 히터(127)가 작동되지 않도록 구성될 수 있다.
- [0019] 분광계(100)의 작동시에, 샘플로부터의 물질은 이온이 이온화 표면(110)에 의해 이온화될 수 있는 이온화 챔버(104) 내로 입구(108)를 통해 도입될 수 있다. 컨트롤러(202)는 그런 다음 드리프트 챔버(104) 내로 이온을 도입하도록 게이트(106)을 작동시킬 수 있으며, 그래서, 특징 결정기(202)는 (드리프트 챔버(104)에서 이온의 비산 시간에 기초하여) 이온의 특징을 결정할 수 있다.
- [0020] 컨트롤러(202)는, 샘플로부터의 이온이 관심 물질과 관련된 비산 시간과 같은 선택된 특징을 가지는 것을 특징 결정기(200)가 결정하는 경우에, 결정이 이온에 대한 본질을 추론하도록 수행될 수 있도록 구성될 수 있다. 이러한 것은 샘플로부터 추가의 이온을 얻고, 드리프트 챔버(104) 내로 이러한 이온을 도입하도록 게이트(106)를 작동시키는 것을 포함할 수 있다. 컨트롤러(202)는 그런 다음 예를 들어 이온을 해체하고 그런 다음 이러한 이온의 제1 특징, 예를 들어 이러한 이온의 비산 시간을 결정하는 것에 의해 이온을 개질하도록 RF 전극(126) 또는 히터(127)를 작동시킬 수 있다.
- [0021] 컨트롤러는 또한 개질된 이온의 제1 특징이 관심 물질과 관련된 비산 시간과 같은 선택된 특징을 포함하는 경우에, RF 전기장과 열 에너지가 제2 특징을 결정하기 위해 샘플로부터의 이온을 개질하기 위해 함께 인가될 수 있도록 구성될 수 있으며, 제2 특징은 이러한 개질된 이온의 동일한 특성, 예를 들어 개질된 이온과 관련된 비산 시간의 후속 측정일 수 있다.
- [0022] 드리프트 챔버 내로 이온을 도입하도록 게이트(106)를 작동시키기 전에 선택된 기간 동안 열 에너지를 인가하기

위해 히터(127)를 작동시키도록 구성된 컨트롤러(202)는 RF 전기장과 함께 열 에너지를 인가하는 것을 포함할 수 있다. 실시예에서, 컨트롤러는, 드리프트 챔버(104) 내로 이온을 도입하도록 게이트(106)를 작동시키고, 그런 다음 RF 전극 주위의 영역에 열 에너지를 인가하도록 히터(127)를 작동시키는 것에 의해 RF 전기장과 함께 열 에너지를 인가하도록 구성될 수 있다.

[0023] 도 1에서, RF 전극(126)은 히터(127)를 포함한다. 예를 들어, RF 전극(127)의 하나 이상의 도체는 전극의 통전 가열(ohmic heating)을 위한 전기 전류를 수용하도록 결합될 수 있으며, 이러한 것은 RF 전기장을 인가하도록 사용된 RF 전압에 더하여 제공되는 전류를 포함할 수 있고, 예를 들어, DC 전류는 가열을 제공하도록 RF 전극의 하나 이상의 도체를 통과할 수 있다.

[0024] RF 전극(126)은 히터(127)를 포함하지 않을 수 있다. 추가하여 또는 대안으로서, 히터는 드리프트 챔버를 가로질러 배열될 수 있는 도체의 그리드를 포함할 수 있다. RF 전극(126)이 그리드를 포함하는 실시예에서, 히터 그리드의 피치(예를 들어, 인접한 도체들 사이의 간격)는 RF 전극(126)의 피치에 기초하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 히터(127)에 있는 도체들의 피치는 RF 전극(126)의 도체들의 피치와 동일할 수 있거나, 또는 RF 전극(126)의 도체들의 피치는 히터에 있는 도체들의 피치의 배수(integer multiple)일 수 있거나 또는 그 역도 또한 같다. 이러한 예에서, 히터(127)와 RF 전극(126)의 도체들의 배열은 일치하도록 배열될 수 있어서, 이온이 이를 따라서 통과할 수 있는 드리프트 챔버의 단면은 히터의 존재에 의해 감소되지 않는다. 도체의 그리드는 병렬로 배열된 직선의 도체를 포함할 수 있으며, 예를 들어, 도체들은 격자로 배열될 수 있어서, 도체는 서로 교차하거나, 또는 그리드의 도체들은 교차하지 않도록 배열될 수 있다.

[0025] RF 전극(126)이 히터(127)를 포함하지 않는 경우에, 히터(127)는 히터(127)와 RF 전극(126) 사이의 전기적 상호작용(예를 들어, 전기 용량 및/또는 전기 유도) 결합이 이온을 개질하는 것을 RF 전극(126)이 막도록 배열될 수 있다.

[0026] 히터(127)는 RF 전극(126)으로부터 선택된 거리를 이격될 수 있어서, 히터(127)는 RF 전극(126)이 이온을 개질하는 것을 막지 못한다. 추가적으로 또는 대안으로서, RF 전극에 대한 히터의 기하학적 형태 및/또는 배향은 RF 전극(126)이 이온을 개질하는 것을 막지 않도록 선택될 수 있다. 추가적으로 및/또는 대안으로서, 히터(127)의 전기 전위는 RF 전극(126)의 전기 전위에 기초하여 선택될 수 있어서, 히터(127)의 존재는 RF 전극(126)이 이온을 개질하는 것을 막지 못한다. 일부 예에서, 히터(127)는 히터(127)와 RF 전극(126) 사이의 전기 용량 및/또는 전기 유도 결합을 막도록 RF 전극(126)에 대해 배열된다. 일부 예에서, 히터(12)의 전압 및/또는 임피던스는 히터(127)와 RF 전극(126) 사이의 전기 용량 및/또는 전기 유도 결합을 막도록 선택된다.

[0027] 히터(127)는 드리프트 가스 입구(122)와 RF 전극(126) 사이에 배열될 수 있으며, 예를 들어, 가드(123)는 히터(127)를 포함할 수 있다. 히터는 RF 전극(126)과 드리프트 가스 출구(124) 사이에 배열될 수 있으며, 예를 들어, 게이트(106)는 히터를 포함할 수 있다. 실시예에서, 전극(120a, 120b, 120c)들은 히터를 포함할 수 있다. 히터는 드리프트 챔버(104) 내로 진입시에 또는 진입 전에 드리프트 가스를 가열하도록 드리프트 가스 입구(122)에 배열될 수 있다. 히터(127)는, 예를 들어, RF 전기장을 인가하는데 RF 전극이 적합한 드리프트 챔버의 영역으로 열 에너지를 보내도록 배열될 수 있는 적외선 방사원, 예를 들어, 레이저와 같은 방사열원을 포함할 수 있다.

[0028] 열 에너지를 인가하는 것은 RF 전기장의 인가없이 이온을 개질하는데 불충분한 온도로 RF 전극 주위를 가열하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 열 에너지를 인가하는 것은 적어도 30°C, 예를 들어 적어도 40°C 및/또는 120°C 미만, 예를 들어, 100°C 미만으로 상기 영역을 가열하는 것을 포함할 수 있다. 컨트롤러(202)는 온도 센서로부터 신호에 기초하여 히터(127)를 제어하도록 구성될 수 있다.

[0029] 특정 결정기(200)는 타이머를 포함할 수 있으며, 특정 결정기는 드리프트 챔버로 도입되는 이온과 검출기(118)에 의해 검출되는 하나 이상의 이온 사이의 시간을 결정하도록 결합될 수 있다. 드리프트 챔버로 도입되는 이온의 타이밍은 게이트(106)의 작동에 기초하여 결정될 수 있다.

[0030] 특정 결정기는 이러한 타이밍에 기초하여 이온의 특징이 결정되는 것을 가능하게 하는 룩업 테이블(look up table)을 포함할 수 있다. 이온의 결정된 특징은 다음을 포함하는 리스트로부터 선택된 하나 이상의 특징을 포함할 수 있다: 이온의 비산 시간, 이온의 전하, 이온의 질량, 이온의 이동도, 및 이온의 질량/전하비. 예를 들어, 비산 시간은 드리프트 챔버(104)로 도입되는 이온과 검출기에 도달하는 이온 사이의 시간, 예를 들어, 이온이 드리프트 챔버(104) 내로 허용하도록 게이트(106)를 작동시키는 것과 이온이 검출기(118)에 도달하는 것 사이의 시간일 수 있다.

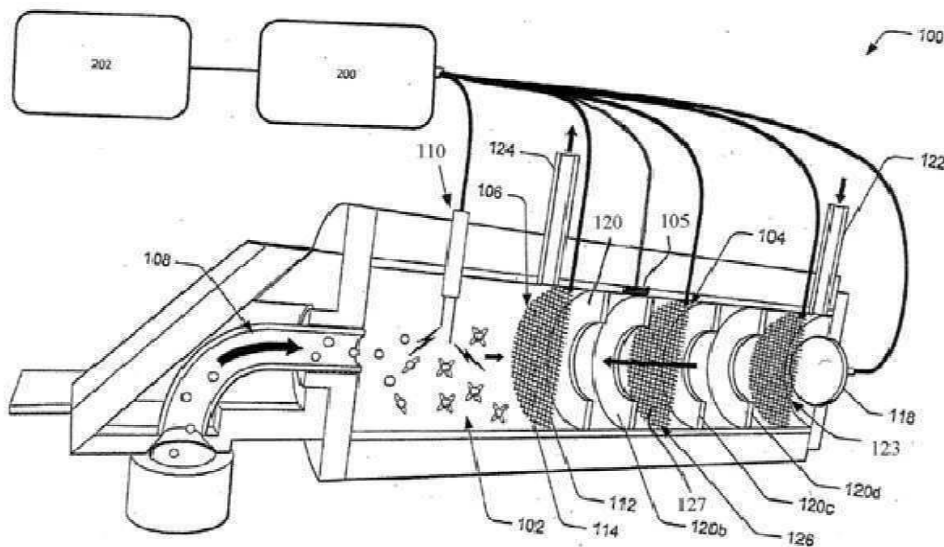
- [0031] 컨트롤러(202), 및/또는 특정 결정기(200)는 임의의 적절한 컨트롤러에 의해, 예를 들어 아날로그 및/또는 디지털 로직, 필드 프로그램 가능 게이트 어레이, FPGA, 애플리케이션 지정 집적회로, ASIC, 디지털 신호 처리기, DSP에 의해, 또는 프로그램 가능 범용 프로세서 내에 탑재된 소프트웨어에 의해 제공될 수 있다.
- [0032] 도 2a 내지 도 2e는 도 1에 도시된 분광계의 변형을 도시하는 분광계의 예의 개략도이다.
- [0033] 도 1 및 도 2a 내지 도 2e에서, 동일한 도면부호는 동일한 요소를 지시하도록 사용된다.
- [0034] 도 2a는 검출기(118)와 RF 전극(126) 사이의 드리프트 챔버(104)에 배치된 히터(127)를 포함하는 분광계(100-A)를 도시한다. 히터(127)는 드리프트 챔버를 가로질러 배열된 도체들의 그리드와 같은 저항 히터를 포함할 수 있다.
- [0035] 도 2b는 이온화 챔버(102)와 RF 전극(126) 사이의 드리프트 챔버(104)에 배치된 히터(127)를 포함하는 분광계(100-B)를 도시한다. 히터(127)는 드리프트 챔버를 가로질러 배열된 도체들의 그리드와 같은 저항 히터를 포함할 수 있다.
- [0036] 도 2c는 드리프트 챔버(104)의 벽에 의해 지지되는, 드리프트 챔버(104) 주위에 배치된 히터(127-C)를 포함하는 분광계(100-C)를 도시한다. 히터(127-C)는 RF 전극(126) 주위의 드리프트 챔버(104)의 영역을 가열하기 위한 예를 들어 저항 필름 또는 테이프를 포함하는 필름 히터를 포함할 수 있다.
- [0037] 도 2d는 드리프트 챔버(104) 내로 유동하는 드리프트 가스를 가열하기 위하여 드리프트 가스 입구(122)에 배치된 히터(127-D)를 포함하는 분광계(100-D)를 도시한다. 도 2e의 히터(127-E)는 드리프트 가스 입구에 및/또는 그 주위에 배치될 수 있으며, 예를 들어, 이것은 드리프트 가스 입구(122)의 벽에 의해 지지되는 저항 필름, 코팅 또는 테이프를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안으로서, 도 2d의 히터(127-D)는 드리프트 가스 입구를 가로질러 배열된 도체들의 그리드를 포함할 수 있다.
- [0038] 도 2e는 RF 전극(126)을 포함하는 드리프트 챔버의 영역으로 열 에너지를 방사 열원(127-E)이 방사하는 것을 가능하게 하도록 드리프트 챔버(104)의 벽에 투과성 윈도우(129)가 제공될 수 있는 분광계(100-E)를 도시한다.
- [0039] 도 3은 분광 분석 측정이 수행될 수 있는 방법을 도시한다. 분광 분석 측정이 애매한 결과(298)를 제공하는 경우에, 방법은 애매한 결과를 해결하도록 추가의 결정을 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 이 경우에, 방법은 샘플이 제1 특징, 예를 들어 선택된 비산 시간을 가지는 이온을 포함하는지를 결정하는 단계(300)를 포함한다. 샘플이 제1 특징을 가지는 이온을 포함하는 것으로 결정하는(302) 경우에, 방법은 샘플로부터 이온을 얻는 단계(304) 및 자이온을 얻기 위해 이온을 개질하도록 에너지를 인가하는 단계(306)를 포함할 수 있다. 에너지를 인가하는 단계(306)는 자이온을 얻기 위하여 이온에 무선 주파수, RF, 전기장을 인가하거나, 열 에너지를 인가하거나 또는 무선 주파수, 전기장과 함께 열 에너지를 인가하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0040] 자이온의 제2 특징, 예를 들어 자이온의 비산 시간은 결정될 수 있다(308). 이러한 것은 제1 특징 및 자이온의 제2 특징에 기초하여 모이온을 위하여 본질이 추론되는 것을 가능하게 할 수 있다. 제1 특징과 제2 특징은 동일한 파라미터, 예를 들어 비산 시간의 후속 측정일 수 있다.
- [0041] 일부 실시예에서, 이온 개질 없이 수행된 분광 분석 측정이 애매한 결과(298)를 제공하는 경우에, 방법은 샘플로부터 이온을 얻는 단계(304), 및 제1 자이온을 얻기 위해 이온을 개질하도록 무선 주파수, RF, 전기장을 인가하거나 또는 열 에너지를 인가하는 단계(306)를 포함할 수 있다. 제1 자이온의 특징, 예를 들어 제1 자이온의 비산 시간은 그런 다음 결정될 수 있다(308).
- [0042] 추가의 정보를 얻도록, 추가의 이온은 샘플로부터 얻어질 수 있으며, RF 전기장은 그런 다음 제2 자이온을 얻기 위하여 이온을 개질하도록 열 에너지와 함께 이온에 인가될 수 있다. 이러한 제2 자이온의 특징, 예를 들어 그 비산 시간은 그런 다음 결정될 수 있다(308). 이러한 것은 모이온의 특징 및 제1 및 제2 자이온의 특징에 기초하여 본질이 모이온을 위해 추론되는 것을 가능하게 할 수 있다(310).
- [0043] 바람직한 방법 예에서, 샘플이 제1 특징을 가지는 이온을 포함하는 지를 결정하는 단계를 포함하는 방법은 샘플로부터 파생된 다수의 제1 이온을 개질하도록 RF 전기장 및/또는 열 에너지를 인가하는 단계를 포함한다. 제2 예에서, 열 에너지를 인가하는 단계는 드리프트 챔버의 영역 내로 이온을 도입하기 전 또는 후에 선택된 기간 동안 분광계 드리프트 챔버의 영역에 열 에너지를 인가하는 단계를 포함한다. 이러한 제2 예는 제1 예의 특징을 선택적으로 포함한다. 제3 예에서, 분광계 드리프트 챔버는 RF 전기장을 인가하기 위한 전극을 포함하고, 열 에너지는 전극의 선택된 거리 내에서 국부화된다. 이러한 제3 예는 제1 및 제2 예의 어느 하나 또는 양쪽의 특징을 선택적으로 포함한다. 제4 예에서, RF 전기장과 함께 열 에너지를 인가하는 단계는 RF 전기장을 인가하기

전에 열 에너지를 인가하는 단계를 포함한다. 이러한 제4 예는 어느 하나 이상의 제1, 제2 및 제3 예 중 임의의 것의 특징을 포함한다. 제5 예에서, 방법은 분광계 드리프트 챔버의 영역의 온도를 결정하는 단계, 및 온도가 선택된 임계 온도보다 낮은 경우에만 열 에너지를 인가하는 단계를 포함한다. 제5 예는 하나 이상의 제1 내지 제4 예 중 임의의 것의 특징을 선택적으로 포함한다.

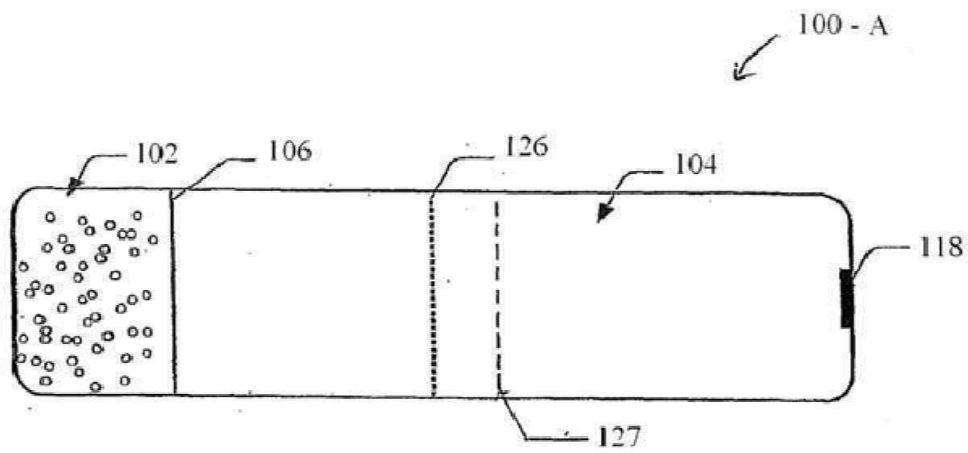
- [0044] 제1 장치 예에서, 이온 이동도 분광계는, 샘플의 이온이 제1 특징을 가지는 것을 특징 결정기가 결정하는 경우에 다수의 제1 이온에 RF 전기장 및 열 에너지 중 하나를 인가하고, 그런 다음 다수의 제1 이온이 제2 특징을 가지는 것을 특징 결정기가 결정하는 경우에 다수의 제2 이온에 RF 전기장과 열 에너지를 인가하도록 구성된다.
- [0045] 제2 장치 예에서, 특징 결정기는 분광계 드리프트, 및 드리프트 챔버 내로 이온의 통행을 제어하기 위한 게이트를 포함하고, 컨트롤러는 선택된 기간 동안 열 에너지를 인가하기 위해 히터를 작동시키도록 구성된다. 이러한 제2 장치 예는 제1 장치 예의 특징을 선택적으로 포함한다.
- [0046] 제3 장치 예에서, 컨트롤러는 온도가 선택된 임계 온도보다 낮은 경우에 열 에너지를 인가하기 위해 히터를 작동시키도록 구성된다. 이러한 제3 장치 예는 제1 및/또는 제2 장치 예의 특징을 선택적으로 포함한다.
- [0047] 제4 장치 예에서, 이온 이동도 분광계는 분광계의 영역에서 이온에 RF 전기장을 인가하도록 구성된 이온 개질기; 상기 영역을 가열하도록 구성된 히터; 및 RF 전기장을 인가하기 위해, 이온 개질기를 작동시키기 전에 상기 영역을 가열하기 위해 상기 히터를 작동시키도록 구성된 컨트롤러를 포함한다. 이러한 제4 장치 예는 제1 및/또는 제2 및/또는 제3 장치 예의 특징을 선택적으로 포함한다.
- [0048] 제5 장치 예에서, 히터와 이온 개질기는 RF 전기장이 이온을 개질하는 것을 히터가 방지하지 못하도록 배열된다. 이러한 제5 장치 예는 하나 이상의 제1 내지 제4 장치 예 중 임의의 것의 특징을 선택적으로 포함한다.
- [0049] 본 발명의 맥락에서, RF 전기장은 이온을 개질하도록(예를 들어, 그 유효 온도를 상승시키도록 이온에 에너지를 부과하는 것에 의해) 에너지를 인가하는데 적절한 주파수 특징을 가지는 임의의 교류 전기장을 포함하는 것이 예측될 것이다.
- [0050] 다른 예 및 변형은 본 발명의 맥락에서 당업자에게 자명할 것이다.
- [0051] 본 발명의 양태는 본 명세서에 설명되는 임의의 하나 이상의 방법을 수행하도록 프로세서를 프로그램하는 명령을 저장하는 실재하는 비일시적 매체와 같은 컴퓨터 프로그램 제품 및 컴퓨터 판독 매체를 제공한다. 장치의 다른 변형 및 변경은 본 발명의 맥락에서 당업자에게 자명할 것이다.

도면

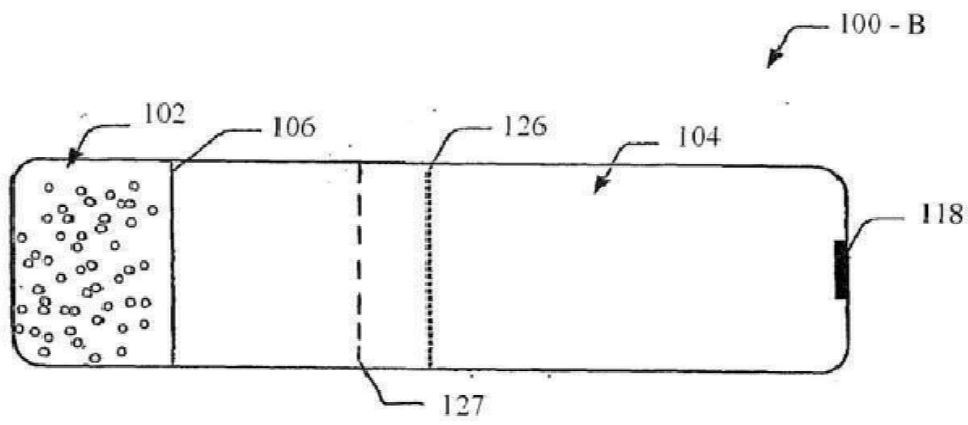
도면1



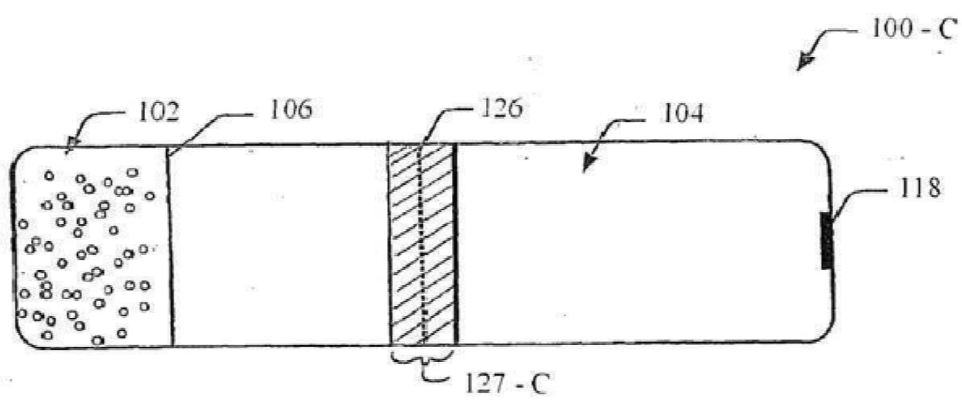
도면2a



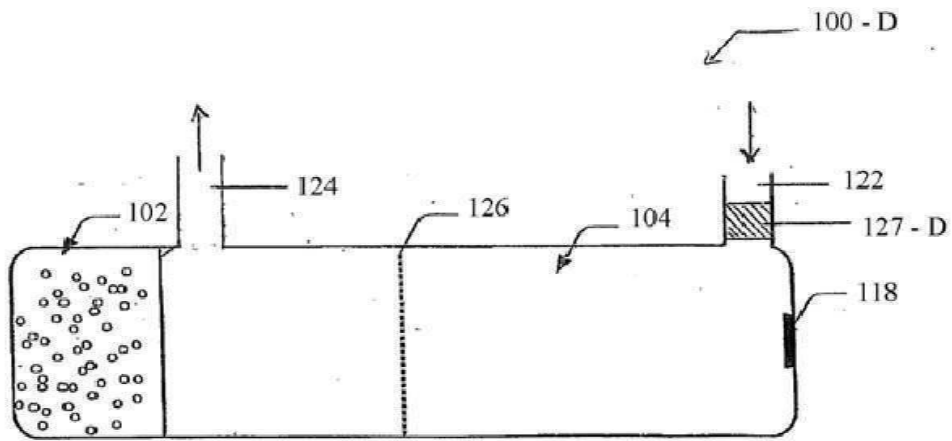
도면2b



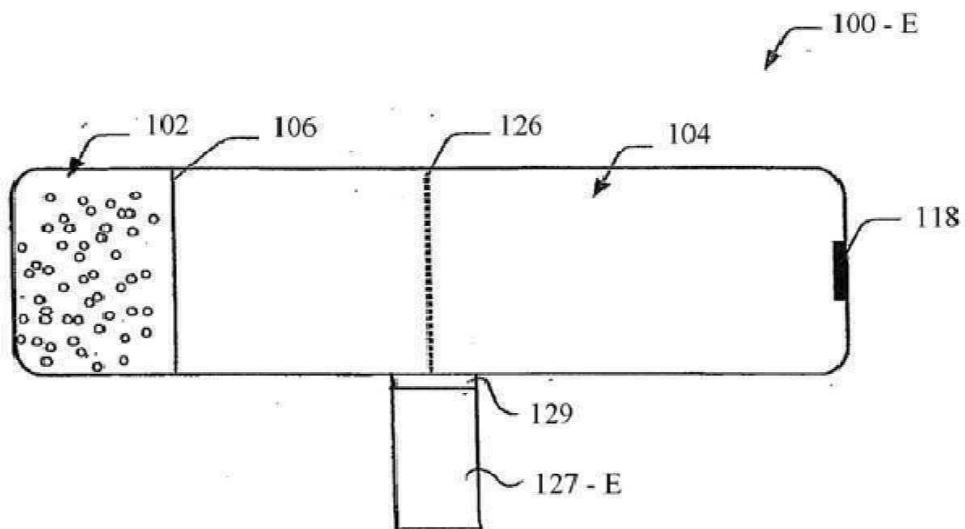
도면2c



도면2d



도면2e



도면3

