

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2016년 7월 7일 (07.07.2016)

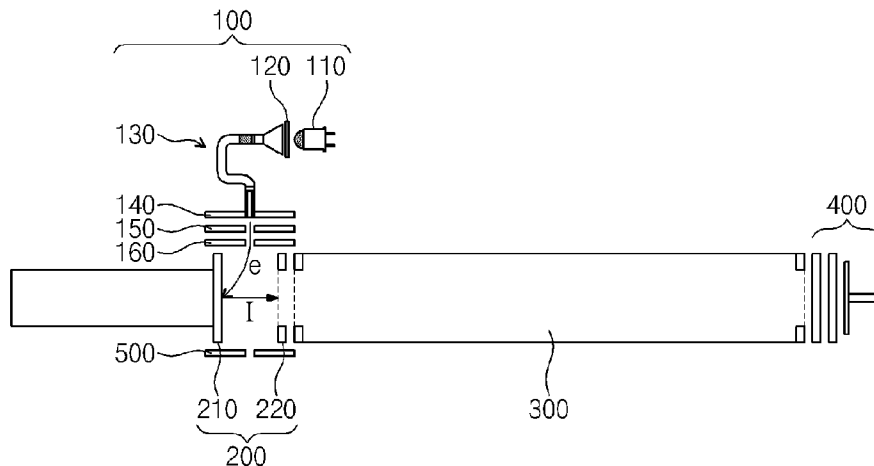


(10) 국제공개번호  
WO 2016/108451 A2

- (51) 국제특허분류: 미분류
  - (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/013252
  - (22) 국제출원일: 2015년 12월 4일 (04.12.2015)
  - (25) 출원언어: 한국어
  - (26) 공개언어: 한국어
  - (30) 우선권정보:  
10-2014-0194149 2014년 12월 30일 (30.12.2014) KR  
10-2015-0171695 2015년 12월 3일 (03.12.2015) KR
  - (71) 출원인: 한국기초과학지원연구원 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) [KR/KR]; 28119 충청북도 청주시 청원구 오창읍 연구단지로 162, Chungcheongbuk-do (KR).
  - (72) 발명자: 양모 (YANG, Mo); 34011 대전시 유성구 구죽로 25, 309동 1106호, Daejeon (KR). 김승용 (KIM, Seung Yong); 34070 대전시 유성구 지족북로 60, 209동 203호, Daejeon (KR). 김현식 (KIM, Hyun Sik); 34121 대전시 유성구 대덕대로 608번길 16, Daejeon (KR). 정완섭 (JEONG, Wan Seop); 27827 충청북도 진천군 진천읍 지암2길 38-25, Chungcheongbuk-do (KR).
  - (74) 대리인: 특허법인 고려 (KORYO IP & LAW); 06239 서울시 강남구 테헤란로 8길, 41 6층, Seoul (KR).
  - (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
  - (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 공개:  
— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

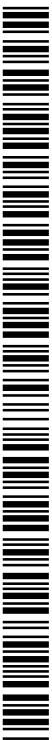
(54) Title: TIME-OF-FLIGHT MASS SPECTROMETER

(54) 발명의 명칭 : 비행시간 질량분석기



(57) Abstract: A time-of-flight mass spectrometer comprises: an ionization unit for receiving an electron beam and emitting ions; a cold electron supply unit for injecting an electron beam into the ionization unit; an ion detection unit for detecting ions discharged from the ionization unit; and an ion separation unit for connecting the ionization unit and the ion detection unit, wherein the cold electron supply unit comprises a microchannel plate, which receives ultraviolet rays and emits an electron beam, ions discharged from the ionization unit pass through the ion separation unit and reach the ion detection unit, and the ion separation unit has the shape of a straight tube.

(57) 요약서: 비행시간 질량분석기는 전자 빔을 수용하여, 이온을 방출하는 이온화부, 이온화부에 전자 빔을 주입하는 냉전자 공급부, 이온화부로부터 방출된 이온을 감지하는 이온 검출부, 및 이온화부와 이온 검출부를 연결하는 이온 분리부를 포함하되, 냉전자 공급부는 자외선을 수용하여 전자 빔을 방출하는 마이크로채널 플레이트(Microchannel Plate)를 포함하며, 이온화부에서 방출된 이온은 이온 분리부를 통과하여 이온 검출부에 도달하고, 이온 분리부는 곧은 관(straight tube) 형상을 가진다.



WO 2016/108451 A2

## 명세서

### 발명의 명칭: 비행시간 질량분석기

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 질량분석기에 대한 것으로, 구체적으로 냉전자 빔을 이온화원으로 사용하는 비행시간 질량분석기에 대한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 비행시간 질량분석기는 시료에서 서로 다른 질량을 갖는 분자들을 이온화시키고, 발생한 이온의 전류를 측정할 수 있다. 질량분석기는 이온을 분리하는 방법에 따라 다양한 형태로 구분될 수 있다.
- [3] 질량분석기들 중 하나로, 비행시간 질량분석기가 있다. 비행시간 질량분석기는 이온들의 비행시간을 이용하여 질량을 분석할 수 있다. 질량분석의 정확성을 위해서, 이온화 시간의 차이를 최소화하여 전자를 시료와 충돌시킨다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술적 과제

- [4] 본 발명이 해결하고자 하는 일 과제는 정확도가 높은 비행시간 질량분석기를 제공하는 것에 있다.
- [5] 본 발명이 해결하고자 하는 일 과제는 소형화에 적합한 비행시간 질량분석기를 제공하는 것에 있다.
- [6] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상기 개시에 한정되지 않는다.

##### 과제 해결 수단

- [7] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 비행시간 질량분석기는 전자 빔을 수용하여, 이온을 방출하는 이온화부; 상기 이온화부에 상기 전자 빔을 주입하는 냉전자 공급부; 상기 이온화부로부터 방출된 상기 이온을 감지하는 이온 검출부; 및 상기 이온화부와 상기 이온 검출부를 연결하는 이온 분리부를 포함하되, 상기 냉전자 공급부는 자외선을 수용하여 상기 전자 빔을 방출하는 마이크로채널 플레이트(Microchannel Plate)를 포함하며, 상기 이온화부에서 방출된 상기 이온은 상기 이온 분리부를 통과하여 상기 이온 검출부에 도달하고, 상기 이온 분리부는 곧은 관(straight tube) 형상을 가질 수 있다.
- [8] 일 실시예에 따르면, 상기 냉전자 공급부는 상기 마이크로채널 플레이트로 상기 자외선을 방출하는 자외선 다이오드(UV diode)를 더 포함할 수 있다.
- [9] 일 실시예에 따르면, 상기 마이크로채널 플레이트는 상기 자외선을 수용하여 전자들을 생성하는 전면판; 및 상기 전자 빔을 방출하는 후면판을 포함하고, 상기 전자 빔은 상기 마이크로채널 플레이트 내에서 증배(multiply)된 상기 전자들일 수 있다.
- [10] 일 실시예에 따르면, 상기 증배는  $10^4$ 배 내지  $10^6$ 배일 수 있다.
- [11] 일 실시예에 따르면, 상기 냉전자 공급부는 상기 마이크로채널 플레이트에서

방출된 상기 전자 빔을 증배(multiply)하는 채널트론 전자 증배기(channeltron electron multiplier)를 더 포함할 수 있다.

- [12] 일 실시예에 따르면, 상기 채널트론 전자 증배기는 상기 마이크로채널 플레이트에서 방출된 상기 전자 빔을  $10^4$  배 내지  $10^9$  배 증배할 수 있다.
- [13] 일 실시예에 따르면, 상기 냉전자 공급부는 상기 채널트론 전자 증배기를 통해 증배된 상기 전자 빔을 집적(focusing)하여, 상기 이온화부로 방출하는 이온 렌즈를 더 포함할 수 있다.
- [14] 일 실시예에 따르면, 상기 냉전자 공급부는 상기 이온 렌즈에서 방출된 상기 전자 빔이 상기 이온화부로 주입되는 것을 차단하거나 허용하는 게이트 전극을 더 포함할 수 있다.
- [15] 일 실시예에 따르면, 상기 이온 검출부는 상기 이온을 수용하여, 전자를 생성, 증폭 및 감지하고, 상기 이온 검출부는 상기 전자를 증폭하는 마이크로채널 플레이트 또는 채널트론 전자 증배기를 포함할 수 있다.
- [16] 일 실시예에 따르면, 내부 공간이 진공일 수 있다.
- [17] 일 실시예에 따르면, 내부 공간의 압력이  $10^{-10}$ ~ $10^{-4}$ Torr일 수 있다.
- [18] 일 실시예에 따르면, 상기 이온화부는 상기 전자 빔과 충돌하여, 상기 이온을 발생하는 시료가 배치되는 시료부; 및 상기 시료부 상에 상기 시료를 공급하는 시료 공급부를 포함할 수 있다.
- [19] 일 실시예에 따르면, 상기 시료 공급부는 기체 시료를 상기 시료부 상에 분사하고, 상기 기체 시료는 상기 시료부 상면에 흡착될 수 있다.
- [20] 일 실시예에 따르면, 상기 시료 공급부는 상기 기체 시료를 펄스(pulse) 방식으로 상기 시료부 상에 제공할 수 있다.
- [21] 일 실시예에 따르면, 상기 시료 공급부는 액체 시료를 상기 시료부 상에 분무하고, 상기 액체 시료는 상기 시료부 상에 흡착될 수 있다.

### 발명의 효과

- [22] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이온들의 이온화 시간 차이가 작은 비행시간 질량분석기가 제공될 수 있다. 이에 따라, 비행시간 질량분석기의 정확도가 높을 수 있다.
- [23] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전력 소비가 적고, 정확도가 높은 비행시간 질량분석기가 제공될 수 있다. 이에 따라, 소형화에 적합한 비행시간 질량분석기가 제공될 수 있다.
- [24] 다만, 본 발명의 효과는 상기 개시에 한정되지 않는다.

### 도면의 간단한 설명

- [25] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 비행시간 질량분석기의 단면도이다.
- [26] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 비행시간 질량분석기의 냉전자 공급부와 이온화부의 단면도이다.
- [27] 도 3 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따르는 비행시간 질량분석기의 냉전자

공급부와 이온화부의 단면도들이다.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [28] 본 발명의 구성 및 효과를 충분히 이해하기 위하여, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라, 여러가지 형태로 구현될 수 있고 다양한 변경을 가할 수 있다. 단지, 본 실시예들의 설명을 통해 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위하여 제공되는 것이다.
- [29]
- [30] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 비행시간 질량분석기의 단면도이다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 비행시간 질량분석기의 냉전자 공급부와 이온화부의 단면도이다.
- [31] 도 1 및 도 2를 참조하면, 냉전자 공급부(100)가 제공될 수 있다. 냉전자 공급부(100)는 열전자가 아닌, 자외선을 이용한 냉전자를 방출할 수 있다. 냉전자 공급부(100)는 자외선을 방출하는 자외선 다이오드(UV diode)(110), 상기 자외선을 이용하여 전자 빔(e)을 생성, 증배, 및 방출하는 마이크로채널 플레이트(Microchannel Plate, MCP)(120), 상기 전자 빔(e)을 증배하여 방출하는 채널트론 전자 증배기(Channeltron Electron Multiplier)(130), 상기 전자 빔(e)을 손실없이 채널트론 전자 증배기에서 방출되도록 하는 입구 전극(140), 상기 전자 빔(e)을 집적하는 이온 렌즈(150), 및 상기 전자 빔(e)의 방출 여부를 제어할 수 있는 게이트 전극(160)을 포함할 수 있다. 냉전자 공급부(100)의 내부 공간은 실질적으로 진공 상태일 수 있다. 일 예에서, 냉전자 공급부(100)의 내부 공간은 약  $10^{-10}$ ~ $10^{-4}$ Torr의 압력을 가질 수 있다.
- [32] 자외선 다이오드(110)는 자외선을 마이크로채널 플레이트(120)를 향해 방사할 수 있다. 자외선 다이오드(110)는 수~수백 mA 수준의 전류를 수 나노 초 내지 수백 마이크로 초 동안 짧게 이용하므로, 전력 소모가 적을 수 있다.
- [33] 자외선 다이오드(110)와 마주보는 마이크로채널 플레이트(120)가 제공될 수 있다. 마이크로채널 플레이트(120)는 자외선을 이용하여 전자 빔(e)을 생성, 증폭, 및 방출할 수 있다. 마이크로채널 플레이트(120)는 자외선 다이오드(110)에 대향되는 전면판(122)과 전면판(122)의 반대편에 배치되는 후면판(124)을 가질 수 있다. 전면판(122)은 자외선 다이오드(110)로부터 공급된 자외선을 수용하여 광전자들을 생성할 수 있다. 전면판(122)은 음(negative) 전압을 가질 수 있다. 예를 들어, 전면판(122)의 전압은 약 -3000 V 내지 -1000 V일 수 있다. 광전자들은 마이크로채널 플레이트 내에서 증배될 수 있다. 증배된 광전자들은 전자 빔(e)으로 지칭될 수 있다. 일 예에서, 전자 빔(e)은 광전자들보다 약  $10^4$ 배 내지  $10^9$ 배 증배될 수 있다. 후면판(124)은 증배된 전자 빔(e)을 방출할 수 있다. 후면판(124)은 음전압을 가질 수 있다. 예를 들어, 후면판(124)의 전압은 약 -3000

V 내지 -1000 V일 수 있다. 후면판(124)은 채널트론 전자 증배기(130)으로 전자 빔(e)을 방출할 수 있다.

- [34] 채널트론 전자 증배기(130)는 마이크로채널 플레이트(120)로부터 공급된 전자 빔(e)을 증배할 수 있다. 채널트론 전자 증배기(130)는 차례로 배열된 주입구(132), 제1 전극(133), 증배관(136), 제2 전극(134) 및 배출구(138)을 포함할 수 있다. 전자 빔(e)은 주입구(132), 증배관(136), 및 배출구(138)를 통과하여, 증배될 수 있다. 일 예에서, 전자 빔(e)은  $10^4$ 배 내지  $10^9$ 배까지 증배될 수 있다.
- [35] 주입구(132)는 마이크로채널 플레이트(120)의 후면판(124)에 인접하게 배치될 수 있다. 주입구(132)는 콘 형상을 가질 수 있다. 주입구(132)는 마이크로채널 플레이트(120)로부터 전자 빔(e)을 공급받아, 증배할 수 있다. 제1 전극(133)은 주입구(132)에 음 전압을 인가할 수 있다. 일 예에서, 제1 전극(133)은 마이크로채널 플레이트(120)의 후면판(124)의 전압과 실질적으로 동일한 전압을 주입구(132)에 인가할 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(133)이 주입구(132)에 인가하는 전압은 약 -3000 V 내지 -1000 V일 수 있다. 증배관(136)과 배출구(138)는 전자 빔(e)을 증배할 수 있다. 제2 전극(134)은 배출구(138)에 음 전압을 인가할 수 있다. 일 예에서, 제2 전극(134)은 후면판(124)의 전압보다 높은 전압을 배출구(138)에 인가할 수 있다. 예를 들어, 제2 전극(134)이 배출구(138)에 인가하는 전압은 약 -200 V 내지 0 V일 수 있다.
- [36] 입구 전극(140)은 채널트론 전자 증배기(130) 내의 전자 빔(e)의 직진성을 높여서, 전자 빔(e)이 배출구(138)를 향하도록 할 수 있다. 이에 따라, 채널트론 전자 증배기(130) 내의 전자 빔(e)은 배출구(138) 밖으로 손실없이 방출될 수 있다. 일 예에서, 입구 전극(140)의 전압은 약 -200 V 내지 0 V일 수 있다. 이온 렌즈(150)는 배출구(138)에서 방출되는 전자 빔(e)을 집적(focusing)할 수 있다. 이온 렌즈(150)는 음전압을 가질 수 있다. 일 예에서, 이온 렌즈(150)는 마이크로채널 플레이트(120)의 후면판(124)에 인가되는 전압보다 높은 전압을 가질 수 있다. 게이트 전극(160)은 이온 렌즈(150)를 통과한 전자 빔(e)이 이온화부(200)로 주입되는 것을 차단하거나, 허용할 수 있다. 예를 들어, 게이트 전극(160)은 온(on)/오프(off) 상태를 가질 수 있다. 게이트 전극(160)의 온(on) 상태에서, 이온 렌즈(150)를 통과한 전자 빔(e)은 게이트 전극(160)을 통과하여, 이온화부(200) 내로 주입될 수 있다. 게이트 전극(160)의 오프(off) 상태에서, 이온 렌즈(150)를 통과한 전자 빔(e)은 이온화부(200) 내로 주입되지 못할 수 있다.
- [37] 이온(I)이 생성되는 이온화부(200)가 제공될 수 있다. 이온(I)은 냉전자 공급부(100)로부터 주입되는 전자 빔(e)을 이용하여, 형성될 수 있다. 이온화부(200)는 냉전자 공급부(100)와 내부 공간을 공유할 수 있다. 이에 따라, 이온화부(200)는 냉전자 공급부(100)와 실질적으로 동일한 진공 상태를 가질 수 있다. 일 예에서, 이온화부(200)의 내부 공간은 약  $10^{-10}$ ~ $10^{-4}$ Torr의 압력을 가질 수 있다. 이온화부(200)는 시료가 배치되는 시료부(210) 및 시료부(210)와 시료부(210)의 표면에 수직한 방향으로 이격되는 메쉬부(220)를 포함할 수 있다.

메쉬부(220)는 시료부(210)에서 방출된 이온들(I)이 직진성을 갖도록 할 수 있다. 메쉬부(220)는 그리드 형태를 가질 수 있다. 이온들(I)은 메쉬부(220)를 통과할 수 있다.

- [38] 시료부(210)에 양의 전압이 인가되고, 메쉬부(220)에 음의 전압이 인가될 수 있다. 이에 따라, 시료부(210)와 메쉬부(220) 사이에 전기장이 형성될 수 있다. 전기장은 시료부(210)에서 메쉬부(220)를 향하는 방향을 가질 수 있다. 이온화부(200) 내로 주입되는 전자 빔(e)은 전기장에 의해 시료부(210) 방향으로 힘을 받아, 시료부(210)를 향해 휘어질 수 있다. 시료부(210) 상의 시료는 전자 빔(e)과 충돌하여, 이온들(I)을 방출할 수 있다.
- [39] 일 예에서, 기체 시료(G)가 시료부(210) 상에 분사될 수 있다. 예를 들어, 기체 시료(G)는 펄스 방식으로 시료부(210) 상에 분사될 수 있다. 기체 시료(G)는 시료부(210)의 표면에 흡착될 수 있다. 시료부(210)의 표면에 흡착된 시료는 냉전자 공급부(100)로부터 주입된 전자 빔(e)과 충돌할 수 있다. 이에 따라, 이온들(I)이 시료로부터 방출될 수 있다. 이온들(I)은 시료의 조성에 따라 서로 다른 질량을 가지는 이온들(I)을 포함할 수 있다. 이온들(I)은 양전하를 띠고, 시료부(210)에서 메쉬부(220) 방향으로 힘을 받을 수 있다. 이온들(I)은 메쉬부(220)를 통과하여 이온 분리부(300)로 이동할 수 있다. 일 예에서, 메쉬부(220)는 둘 이상일 수 있다. 이때, 메쉬부들(220)은 서로 평행하게 배치될 수 있다.
- [40] 메쉬부(220)를 통과한 이온들(I)을 주입받는 이온 분리부(300)가 제공될 수 있다. 이온 분리부(300)는 곧은 관(straight tube) 형상을 가질 수 있다. 이온 분리부(300)는 이온화부(200) 및 냉전자 공급부(100)와 내부 공간을 공유하여, 진공 상태를 가질 수 있다. 일 예에서, 이온 분리부(300)의 내부 공간은 약  $10^{-10}$  ~  $10^{-4}$ Torr의 압력을 가질 수 있다. 이온화부(200)에서 생성된 이온들(I)은 이온 분리부(300)를 통해 이온 검출부(400)로 이동할 수 있다. 이온 분리부(300)는 시료부(210)의 표면으로부터 수직한 방향으로 연장될 수 있다. 상대적으로 작은 질량을 가지는 이온(I)의 이동 속력은 상대적으로 큰 질량을 가지는 이온(I)의 이동 속력보다 더 빠를 수 있다. 서로 다른 질량을 가지는 이온들(I)은 서로 다른 이온 분리부(300) 통과 시간을 가질 수 있다.
- [41] 이온 분리부(300)를 통과한 이온들(I)을 감지하는 이온 검출부(400)가 제공될 수 있다. 이온 검출부(400)는 이온 분리부(300), 이온화부(200), 및 냉전자 공급부(100)와 내부 공간을 공유하여, 진공 상태를 가질 수 있다. 일 예에서, 이온 검출부(400)의 내부 공간은 약  $10^{-10}$  ~  $10^{-4}$ Torr의 압력을 가질 수 있다. 일 예에서, 이온 검출부(400)는 마이크로채널 플레이트(미도시) 및/또는 채널트론 전자 증배기(미도시)를 포함할 수 있다. 이때, 마이크로채널 플레이트, 채널트론 전자 증배기는 냉전자 공급부(100)에 포함된 마이크로채널 플레이트(120), 채널트론 전자 증배기(130)와 실질적으로 동일할 수 있다. 예를 들어, 이온들(I)은 마이크로채널 플레이트 및/또는 채널트론 전자 증배기에 주입되어, 전자를

유도할 수 있다. 전자는 마이크로채널 플레이트 및/또는 채널트론 전자 증배기 내에서 증폭되어 검출 회로(미도시)에 의해 감지될 수 있다. 상대적으로 작은 질량을 가진 이온(I)과 상대적으로 큰 질량을 가진 이온(I)이 동시에 이온 분리부(300) 내로 진입한 경우, 상대적으로 작은 질량을 가진 이온(I)이 상대적으로 큰 질량을 가진 이온보다 먼저 이온 검출부(400)에 검출될 수 있다. 이온 분리부(300)의 길이가 길수록 서로 다른 질량을 가지는 이온들(I)이 검출되는 시간의 차이가 클 수 있다.

- [42] 서로 다른 질량을 가지는 분자들이 전자 빔(e)과 충돌하여, 이온을 방출하는 이온화 시간의 차이가 작을 수록 비행시간 질량분석기의 정확도가 높을 수 있다. 냉전자를 이온화원(Ionization source)으로 이용하면, 서로 다른 질량을 갖는 이온들의 이온화 시간 차이는 수~수백 나노초 범위가 될 수 있다. 이에 따라, 냉전자 공급부(100)를 포함하는 비행시간 질량분석기는 정확도가 높을 수 있다.
- [43] 냉전자를 이온화원으로 사용하여, 냉전자가 아닌 다른 이온화원을 사용하는 경우보다 이온 분리부(300)의 길이를 짧게 하여도 원하는 정확도의 비행시간 질량분석기를 얻을 수 있다. 이에 따라, 소형화에 적합한 비행시간 질량분석기가 제공될 수 있다. 또한, 본 발명의 비행시간 질량분석기는 자외선 다이오드를 이용하여, 전력 소모가 적을 수 있다.
- [44] 도 3 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따르는 비행시간 질량분석기의 냉전자 공급부와 이온화부의 단면도들이다. 설명의 간결함을 위하여, 도 1 및 도 2를 참조하여 설명된 내용과 실질적으로 동일한 것에 대한 설명은 생략될 수 있다.
- [45] 도 3을 참조하면, 시료부(210) 상에 액체 시료(L)가 제공될 수 있다. 액체 시료(L)는 시료 공급 노즐(510)을 통해 시료부(210) 상으로 분무될 수 있다. 액체 시료(L)는 시료부(210)의 표면에 흡착될 수 있다. 액체 시료(L)는 전자 빔(e)과 충돌하여, 이온들(I)을 생성할 수 있다. 이온들(I)은 이온 분리부를 통과하여 이온 검출부에서 검출될 수 있다.
- [46] 도 4를 참조하면, 시료로서 고체 시료봉(520)이 이용될 수 있다. 고체 시료봉(520)은 전자 빔(e)과 충돌하여, 이온들(I)을 생성할 수 있다. 이온들(I)은 이온 분리부를 통과하여 이온 검출부에서 검출될 수 있다.
- [47] 도 5를 참조하면, 시료부(210) 상에 매트릭스 샘플(matrix Sample), 탄소 나노 튜브(Carbon Nano-Tube, CNT), 또는 그래핀(Graphene)(530)이 제공될 수 있다. 매트릭스 샘플, 탄소 나노 튜브, 또는 그래핀(530)은 전자 빔(e)과 충돌하여, 이온들(I)을 생성할 수 있다. 이온들(I)은 이온 분리부를 통과하여 이온 검출부에서 검출될 수 있다.
- [48]
- [49] 본 발명의 실시예들에 대한 이상의 설명은 본 발명의 설명을 위한 예시를 제공한다. 따라서 본 발명은 이상의 실시예들에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당해 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의하여 상기 실시예들을 조합하여 실시하는 등 여러 가지 많은 수정 및 변경이 가능함은

명백하다.

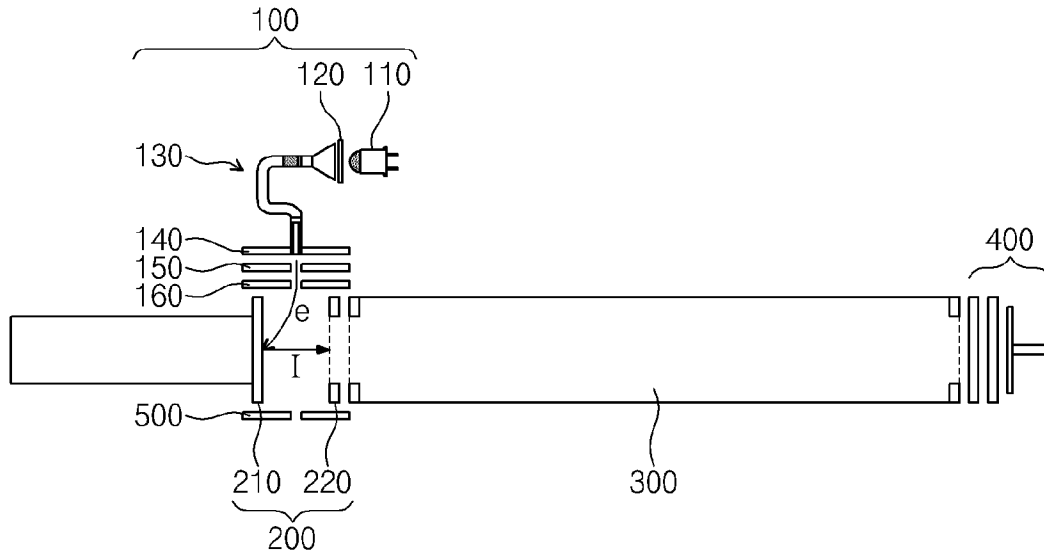
[50]

## 청구범위

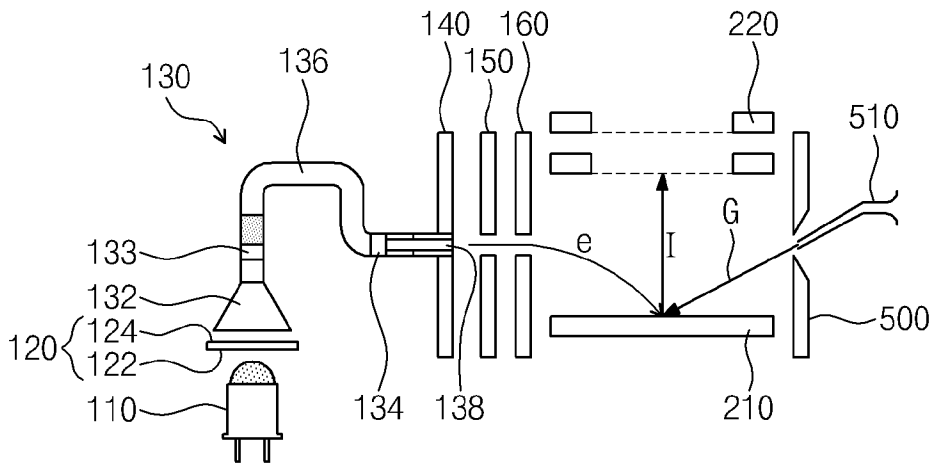
- [청구항 1] 전자 빔을 수용하여, 이온을 방출하는 이온화부;  
 상기 이온화부에 상기 전자 빔을 주입하는 냉전자 공급부;  
 상기 이온화부로부터 방출된 상기 이온을 감지하는 이온 검출부; 및  
 상기 이온화부와 상기 이온 검출부를 연결하는 이온 분리부를 포함하되,  
 상기 냉전자 공급부는 자외선을 수용하여 상기 전자 빔을 방출하는  
 마이크로채널 플레이트(Microchannel Plate)를 포함하며,  
 상기 이온화부에서 방출된 상기 이온은 상기 이온 분리부를 통과하여  
 상기 이온 검출부에 도달하고,  
 상기 이온 분리부는 곧은 관(straight tube) 형상을 가지는 비행시간  
 질량분석기.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,  
 상기 냉전자 공급부는 상기 마이크로채널 플레이트로 상기 자외선을  
 방출하는 자외선 다이오드를 더 포함하는 비행시간 질량분석기.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,  
 상기 마이크로채널 플레이트는 상기 자외선을 수용하여 전자들을  
 생성하는 전면판; 및  
 상기 전자 빔을 방출하는 후면판을 포함하고,  
 상기 전자 빔은 상기 마이크로채널 플레이트 내에서 증배(multiply)된  
 상기 전자들인 비행시간 질량분석기.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,  
 상기 증배는  $10^4$ 배 내지  $10^9$ 배인 비행시간 질량분석기.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,  
 상기 냉전자 공급부는 상기 마이크로채널 플레이트에서 방출된 상기  
 전자 빔을 증배(multiply)하는 채널트론 전자 증배기(channeltron electron  
 multiplier)를 더 포함하는 비행시간 질량분석기.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서,  
 상기 채널트론 전자 증배기는 상기 마이크로채널 플레이트에서 방출된  
 상기 전자 빔을  $10^4$ 배 내지  $10^9$ 배 증배하는 비행시간 질량분석기.
- [청구항 7] 제 5 항에 있어서,  
 상기 냉전자 공급부는 상기 채널트론 전자 증배기를 통해 증배된 상기  
 전자 빔을 집적(focusing)하여, 상기 이온화부로 방출하는 이온 렌즈를 더  
 포함하는 비행시간 질량분석기.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,  
 상기 냉전자 공급부는 상기 이온 렌즈에서 방출된 상기 전자 빔이 상기  
 이온화부로 주입되는 것을 차단하거나 허용하는 게이트 전극을 더  
 포함하는 비행시간 질량분석기.

- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,  
 상기 이온 검출부는 상기 이온을 수용하여, 전자를 생성, 증폭 및 감지하고,  
 상기 이온 검출부는 상기 전자를 증폭하는 마이크로채널 플레이트 또는 채널트론 전자 증배기를 포함하는 비행시간 질량분석기.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,  
 내부 공간이 진공인 비행시간 질량분석기.
- [청구항 11] 제 1 항에 있어서,  
 내부 공간의 압력이  $10^{-10}$ ~ $10^{-4}$ Torr인 비행시간 질량분석기.
- [청구항 12] 제 1 항에 있어서,  
 상기 이온화부는 상기 전자 빔과 충돌하여, 상기 이온을 발생하는 시료가 배치되는 시료부; 및  
 상기 시료부 상에 상기 시료를 공급하는 시료 공급부를 포함하는 비행시간 질량분석기.
- [청구항 13] 제 12 항에 있어서,  
 상기 시료 공급부는 기체 시료를 상기 시료부 상에 분사하고,  
 상기 기체 시료는 상기 시료부 상면에 흡착되는 비행시간 질량분석기.
- [청구항 14] 제 13 항에 있어서,  
 상기 시료 공급부는 상기 기체 시료를 펄스(pulse) 방식으로 상기 시료부 상에 제공하는 비행시간 질량분석기.
- [청구항 15] 제 13 항에 있어서,  
 상기 시료 공급부는 액체 시료를 상기 시료부 상에 분무하고,  
 상기 액체 시료는 상기 시료부 상에 흡착되는 비행시간 질량분석기.

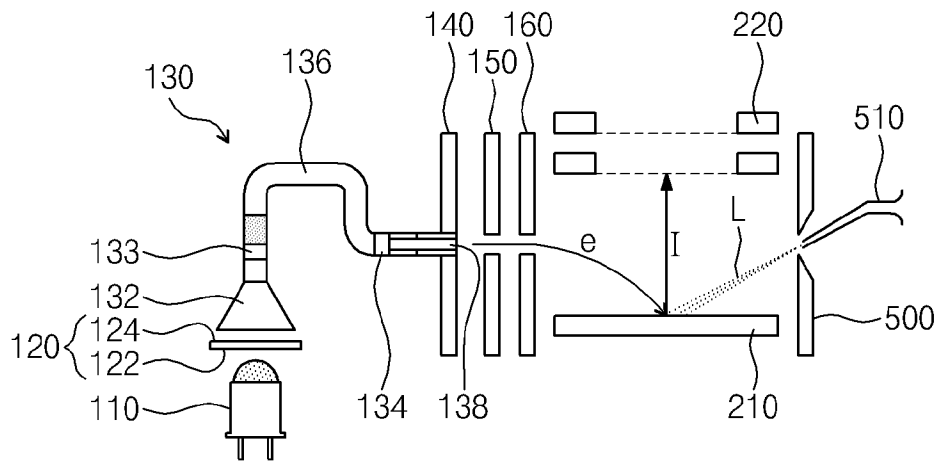
[도1]



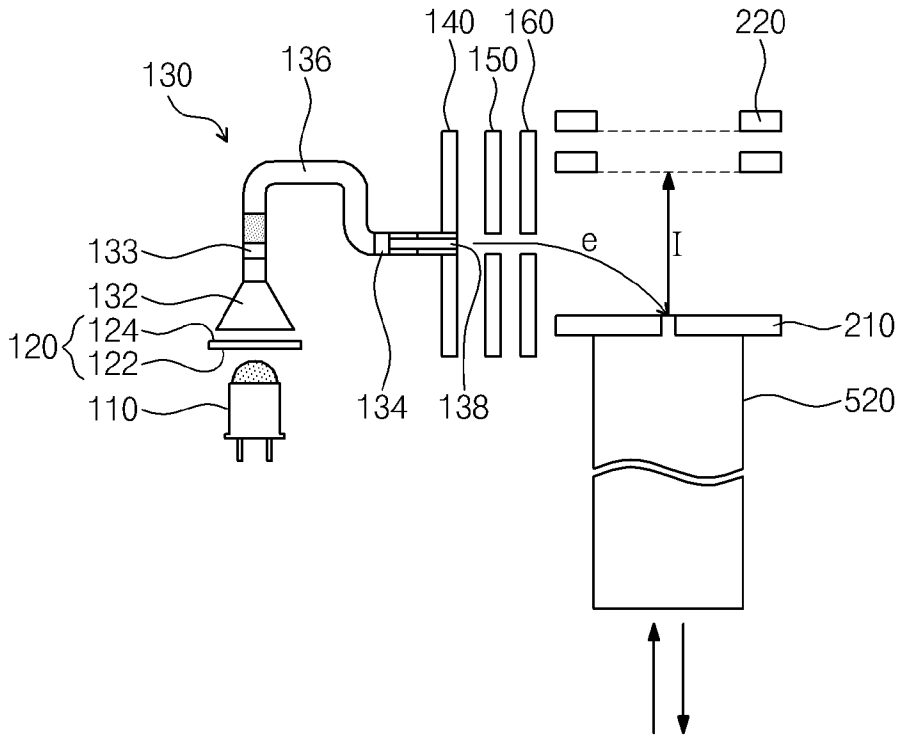
[도2]



[도3]



[도4]



[도5]

