



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월13일
(11) 등록번호 10-1711145
(24) 등록일자 2017년02월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 49/00 (2006.01) G01N 27/62 (2006.01)
H01J 49/08 (2006.01) H01J 49/42 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0086588
(22) 출원일자 2010년09월03일
심사청구일자 2015년03월13일
(65) 공개번호 10-2012-0023434
(43) 공개일자 2012년03월13일
(56) 선행기술조사문헌
JP2001160373 A*
JP3522366 B2*
KR1020030069450 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
안호영
경기도 수원시 영통구 매영로310번길 27, 643동
2004호 (영통동, 신원아파트)
(74) 대리인
리앤목록특허법인

전체 청구항 수 : 총 15 항

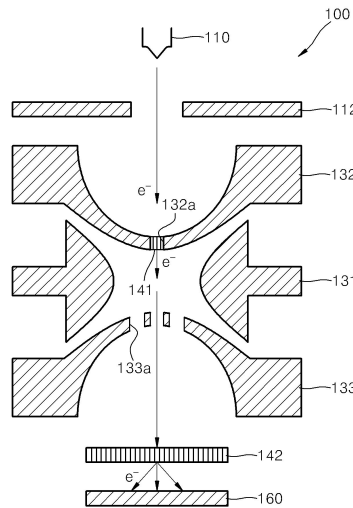
심사관 : 이양근

(54) 발명의 명칭 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기

(57) 요약

휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기가 개시된다. 개시된 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기는 전자방출원으로 부터의 전자로 내부의 개스를 이온화하여 생성된 이온을 트랩하는 이온 트랩과, 이온 트랩으로부터 배출되는 이온의 양을 검출하는 이온 디텍터를 구비한다. 이온 트랩은 하나의 링 전극과 한쌍의 엔드캡 전극을 구비한다. 전자가 인입되는 하나의 엔드캡 전극에는 중앙에 애퍼처가 형성되며, 애퍼처에는 전자증폭기가 배치되어서 전자방출원으로부터의 전자의 양을 감소시킬 수 있다. 따라서, 소비전류가 적은 소형 질량분석기의 제조가 가능해 진다

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

전자방출원;

하나의 링 전극과, 상기 링전극의 상부 및 하부에 배치되는 제1 및 제2 엔드 캡전극을 구비하여 상기 전자방출원의 전자에 의해 개스가 이온화되어서 생성된 이온을 포획하는 이온 트랩; 및

상기 이온트랩으로부터 배출되는 이온의 양을 검출하는 이온 디텍터;를 구비하며,

상기 전자방출원에 근접하게 배치된 상기 제1 엔드캡 전극과 상기 제2 엔드캡 전극에는 서로 마주보는 제1 및 제2 애퍼처가 각각 형성되며, 상기 제1 애퍼처에는 상기 이온트랩 내로 인입되는 전자의 양을 증폭하는 제1 전자증폭기가 배치되며,

상기 제1 전자증폭기는 복수의 홀이 형성된 박막이며, 상기 홀에는 2차전자 발생물질이 코팅된 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 전자증폭기의 직경은 100-2000 μm 인 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 홀은 10-500 nm 직경을 가지는 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1 전자증폭기는 10-100 μm 두께를 가지는 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제1 전자증폭기의 상기 박막은 알루미늄 박막인 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 2차전자 발생물질은 마그네슘 옥사이드(MgO) 또는 징크 옥사이드(ZnO)로 이루어진 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제1 전자증폭기의 상면 및 하면은 각각 도전막이 형성된 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제2 애퍼처에는 상기 전자의 양을 증폭하는 제2 전자증폭기가 더 배치된 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분

석기.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제2 전자증폭기의 직경은 100-2000 μm 인 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 제2 전자증폭기에는 복수의 홀이 형성되며, 상기 홀은 10-500 nm 직경을 가지는 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 제2 전자증폭기는 10-100 μm 두께를 가지는 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제2 전자증폭기는 상기 복수의 홀이 형성된 알루미늄 박막이며, 상기 홀에는 2차전자 발생물질이 코팅된 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 2차전자 발생물질은 마그네슘 옥사이드(MgO) 또는 징크 옥사이드(ZnO)로 이루어진 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 제2 전자증폭기의 상면 및 하면은 각각 도전막이 형성된 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 전자방출원은 필라멘트 또는 냉음극 방출원인 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 개시는 휴대가 가능한 초소형 4중극자 이온 트랩 질량분석기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 소형이면서 감도의 향상을 위해서 전자증폭기를 이용한 4중극자 이온트랩 질량분석기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 4중극자 이온트랩 질량분석기는 고주파 전기장을 이용하여 이온을 트랩하는 공간을 제공하는 이온트랩과, 이온트랩에 순차적으로 고주파 전압을 증가시키면서 트랩된 이온을 질량에 따라 분리시켜서 이온트랩으로부터 방출되는 이온을 검출하는 이온 검출기를 구비한다.

[0003] 종래의 4중극자 이온트랩 질량분석기는 부피가 크고 전력소비가 많다.

[0004] 최근, 개인의 건강에 대한 관심이 많아지면서, 개인의 날숨에 포함된 유기물을 분석하여 개인의 건강을 진단할 필요성이 커지며, 오염물질, 환경호르몬, 세균 및 바이러스 검출을 통해서 환경감시가 요구된다. 이러한 요구를

만족시키는 초소형 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기가 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 실시예는 저전력으로 동작하는 초소형의 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 일 실시예에 따른 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기는: 자방출원; 하나의 링 전극과, 상기 링전극의 상부 및 하부에 배치되는 제1 및 제2 엔드 캡전극을 구비하여 상기 전자방출원으로부터의 전자에 의해 개스가 이온화되어서 생성된 이온을 포획하는 이온 트랩; 및 상기 이온트랩으로부터 배출되는 이온의 양을 검출하는 이온 디텍터;를 구비하며, 상기 전자방출원에 근접하게 배치된 상기 제1 엔드캡 전극과 상기 제2 엔드캡 전극에는 서로 마주보는 제1 및 제2 애퍼처가 각각 형성되며, 상기 제1 애퍼처에는 상기 이온트랩 내로 인입되는 전자의 양을 증폭하는 제1 전자증폭기가 배치된다.

[0007] 상기 제1 전자증폭기의 직경은 대략 100-2000 μm 일 수 있다.

[0008] 상기 제1 전자증폭기에는 복수의 홀이 형성되며, 상기 홀은 10-500 nm 직경을 가질 수 있다.

[0009] 상기 제1 전자증폭기는 10-100 μm 두께를 가질 수 있다.

[0010] 상기 제1 전자증폭기는 상기 복수의 홀이 형성된 알루미늄 박막이며, 상기 홀에는 2차전자 발생물질이 코팅된다.

[0011] 상기 2차전자 발생물질은 마그네슘 옥사이드(MgO) 또는 징크 옥사이드(ZnO)로 이루어질 수 있다.

[0012] 상기 제1 전자증폭기의 상면 및 하면은 각각 도전막이 형성될 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 국면에 따르면, 상기 제2 애퍼처에는 상기 전자의 양을 증폭하는 제2 전자증폭기가 더 배치된다.

[0014] 상기 전자방출원은 필라멘트 또는 콜드 캐소드일 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예에 따르면, 이온트랩의 제1 애퍼처에 설치된 제1 전자증폭기가 이온트랩으로 유입되는 전자를 증폭시키므로, 증가된 전자에 의해서 전자와 기체의 충돌회수가 증가하여 결과물인 이온이 증가되므로 측정 감도가 향상된다. 또한, 전자방출원에서의 사용전류가 감소되며, 콜드캐소드 전자방출원을 사용가능하게 됨으로써, 사용전류가 감소되어서 소형 배터리로 동작될 수 있으므로, 소형의 휴대용 질량분석기의 제작이 가능해진다.

[0016] 또한, 2차 전자증폭기가 제2 애퍼처에 배치되므로 구성이 더 컴팩트해지며, 소형의 휴대용 질량분석기의 제작이 더욱 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기의 일 실시예를 개략적으로 보여주는 단면도이다.

도 2는 본 발명에 따른 전자증폭기의 일 예를 도시한 단면도이다.

도 3은 본 발명에서 다른 실시예에 따른 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기를 개략적으로 보여주는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기를 상세하게 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 층이나 영역들의 두께는 명세서의 명확성을 위해 과장되게 도시된 것이다. 명세서를 통하여 실질적으로 동일한 구성요소에는 동일한 참조번호를 사용하고 상세한 설명은 생략한다.

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기(100)의 일 실시예를 개략적으로 보여주는 단면도이다.
- [0020] 도 1을 참조하면, 질량분석기(100)는 전자방출원인 핫 필라멘트(110)와, 이온트랩(130) 및 이온 디텍터를 포함한다.
- [0021] 전자방출원인 핫 필라멘트(110)는 미도시된 배터리로부터 공급된 전류에 의해 가열되어 핫 전자가 방출된다. 방출된 핫 전자는 이온트랩(130)과의 사이에 배치된 가리개(또는 게이트)(112)를 통과하여 이온트랩(130)으로 들어간다.
- [0022] 이온트랩(130)은 양측이 개방된 링전극(131)과 링전극(131)의 개방된 양측에 각각 대응되게 배치된 한쌍의 제1 및 제2 엔드캡 전극(132, 133)을 구비한다. 링전극(131)과 제1 및 제2 엔드캡 전극(132, 133)은 서로 마주보는 대향면에 대해서 볼록하게 형성된다. 제1 엔드캡 전극(132)의 중앙에는 제1 애퍼처(132a)가 형성되어 있다. 제1 애퍼처(132a)는 핫 필라멘트(110)로부터의 핫전자가 이온트랩(130)으로 들어가는 입구이다. 제1 애퍼처(132a)는 대략 100-2000 μm 의 직경을 가진다. 제1 애퍼처(132a)에는 제1 전자증폭기(141)가 배치되며, 제1 전자증폭기의 직경은 제1 애퍼처(132a)의 직경과 거의 동일하다.
- [0023] 도 1에는 전자방출원으로서 핫 필라멘트(110)가 배치되어 있으나, 본 발명의 실시예는 이에 한정되지 않는다. 예컨대, 전자방출원으로서 콜드 캐소드가 사용될 수 있다. 이 경우, 게이트와 캐소드 사이에 소정의 전압이 인가된다. 핫 필라멘트(110)는 예열을 필요로 하므로, 계속 전압을 인가하므로 전력 소모가 클 수 있으나, 콜드 캐소드는 전자를 방출시에만 전압을 인가하면 되므로, 전력 소비가 감소될 수 있다.
- [0024] 도 2는 제1 전자증폭기(141)의 일 예를 도시한 단면도이다. 제1 전자증폭기(141)는 소형 질량분석기에 사용되는 전자방출원으로부터의 전자의 수를 증가시켜서 이온 검출 감도를 향상시키기 위한 것이다.
- [0025] 도 2를 참조하면, 제1 전자증폭기(141)에는 복수의 홀(151)이 형성되어 있다. 제1 전자증폭기(141)는 복수의 홀(151)이 형성된 알루미늄 박막(150), 예컨대 애노딕 알루미늄 옥사이드 박막을 구비한다. 각 홀(151)에는 2차전자 발생물질(152)이 코팅되어 있다. 2차전자 발생물질(152)은 마그네슘 옥사이드(MgO) 또는 징크 옥사이드(ZnO)일 수 있다. 알루미늄 박막(150)의 상면 및 하면은 각각 도전물질(153), 예컨대 알루미늄이 증착된다. 알루미늄 박막(150)의 양면에 소정의 전압을 걸면, 일측의 홀(151)로 통과하는 전자는 수백-수백 배로 증폭된다.
- [0026] 알루미늄 박막(150)에 형성된 각 홀(151)은 대략 10-500 nm 직경을 가진다. 홀(151)의 직경이 10 nm 이하이면 홀(151)내에 2차전자 발생물질(152)을 코팅하기가 어렵다. 홀(151)의 직경이 500 nm 이상이면 홀(151) 수가 제한된다.
- [0027] 제1 전자증폭기(141)의 두께는 대략 10-100 μm 를 가진다. 제1 전자증폭기(141)의 두께가 증가하면 제1 전자증폭기(141)의 제조비용이 증가할 수 있다.
- [0028] 제1 엔드캡 전극(133)에는 제2 애퍼처(133a)가 형성된다. 제2 애퍼처(133a)는 이온트랩(130)으로부터 방출되는 이온의 출구가 된다. 제2 애퍼처(133a)는 복수의 홀이 형성되어서 인가되는 전압에 의한 전기장 분포의 왜곡을 최소화할 수 있다. 예컨대, 메쉬(mesh) 형상을 가질 수 있다.
- [0029] 제2 애퍼처(133a)로부터 이격되어서 제2 전자증폭기(142)가 배치된다. 제2 전자증폭기(142)의 구조는 실질적으로 도 2에 도시된 제1 전자증폭기(141)와 동일하므로 상세한 설명은 생략하며, 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조번호를 사용한다. 제2 애퍼처(133a)로부터 배출된 이온은 제2 전자증폭기(142)에 충돌하면서 증폭되며 이때 생성되는 전자는 제2 전자증폭기(142)의 홀(151)을 통과하면서 증폭된다. 제2 전자증폭기(142)는 소형 질량분석기에서 측정하는 이온에 포함된 전자의 수를 증가시켜서 이온 검출 감도를 향상시키기 위한 것이다.
- [0030] 제2 전자증폭기(142)를 통과하여 증폭된 전자는 전류 검출기(160)에 부딪히며, 전류 검출기(160)는 전류를 측정하여 전자의 양, 즉 이온양을 측정한다.
- [0031] 제2 전자증폭기(142)는 소형 질량분석기에서 측정하는 이온에 포함된 전자의 수를 증가시켜서 이온 검출 감도를 향상시키기 위한 것이다. 제2 전자증폭기(142) 및 전류 검출기(160)은 이온 디텍터를 구성할 수 있다.
- [0032] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 질량분석기의 작용을 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0033] 핫 필라멘트(110)에 전류를 공급하여 가열한다. 핫 필라멘트(110)에서는 핫전자가 방출되며 가리개를 통과한 전자는 제1 전자증폭기(141)의 홀(151)들을 통과하면서 수십-수백 배로 전자가 증폭된다. 증폭된 전자는 제1 애퍼처(132a)를 통해서 이온트랩(130) 내로 들어온 전자는 이온트랩(130) 내의 공간에 있는 개스를 충격이온화

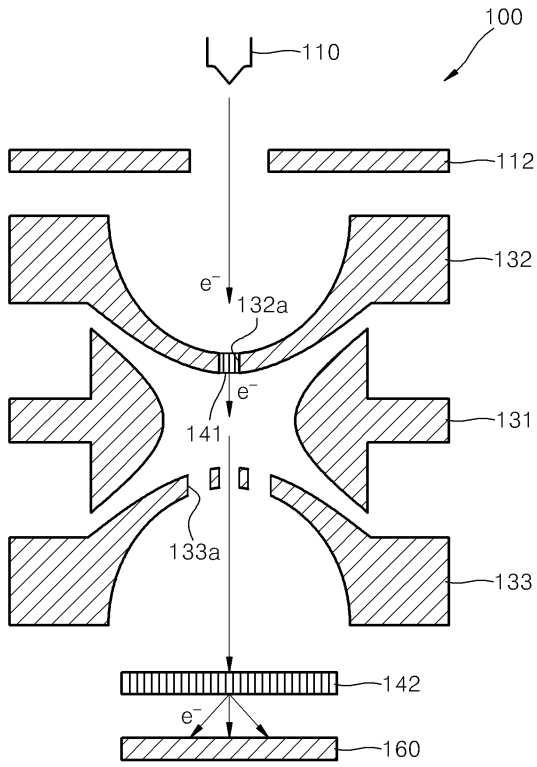
(impact ionizatio)로 이온화시킨다. 이온화된 물질들은 링전극(131)에 인가된 RF(radio frequency) 전압을 증가함에 따라서 질량이 가벼운 이온부터 순차적으로 이온트랩의 외부공간으로 배출된다. 제2 애퍼처(133a)로부터 배출된 이온은 제2 전자증폭기(142)에서 2차전자를 생성하며, 2차전자는 홀(151)을 통과하면서 증폭된다. 증폭된 전자는 전류 검출기(160)에 도달하면서 전류 검출기(160)에 의해 측정되는 전류값에 의해서 이온의 양이 측정된다.

- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이온트랩(130)에 설치된 제1 전자증폭기(141)가 이온트랩(130)으로 유입되는 전자를 증폭시키므로, 증가된 전자에 의해서 전자와 기체의 충돌회수가 증가하여 결과물인 이온이 증가되므로 측정 감도가 향상된다. 또한, 제1 전자증폭기의 사용으로 전자방출원으로부터 생성되는 전자를 줄일 수 있으며, 전자방출원에서의 사용전류가 감소될 수 있다. 또한, 콜드캐소드 전자방출원을 사용가능하게 됨으로써 전자증폭기에서의 사용전류가 감소되어서 소형 배터리로 동작될 수 있으므로, 소형의 휴대용 질량분석기의 제작이 가능해진다.
- [0035] 도 3은 본 발명에서 다른 실시예에 따른 휴대용 4중극자 이온트랩 질량분석기(200)를 개략적으로 보여주는 단면도이다. 도 1 및 도 2의 구성요소와 실질적으로 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조번호를 사용하고 상세한 설명을 생략한다.
- [0036] 도 3을 참조하면, 질량분석기(200)는 전자방출원인 콜드 캐소드(210)와, 이온트랩(130) 및 이온 디텍터를 포함한다.
- [0037] 콜드 캐소드(210)는 캐소드(211) 상에 팁(212)이 배치된다. 캐소드에 소정의 마이너스 전압이 인가되면, 캐소드(211)로부터 전자가 방출된다. 방출된 전자는 이온트랩(230)에 형성된 제1 애퍼처(232a)를 통과하여 이온트랩(230)으로 들어간다. 제1 엔드캡 전극(232)에는 팁(212)에서 방출된 전자를 끌어당기도록 그라운드 전압이 인가될 수 있다.
- [0038] 이온트랩(230)은 양측이 개방된 링전극(231)과 링전극(231)의 개방된 양측에 각각 대응되게 배치된 한쌍의 제1 및 제2 엔드캡 전극(232, 233)을 구비한다. 링전극(231)과 제1 및 제2 엔드캡 전극(232, 233)은 서로 마주보는 대향면에 대해서 볼록하게 형성된다. 제1 엔드캡 전극(232)의 중앙에는 제1 애퍼처(231a)가 형성되어 있다. 제1 애퍼처(231a)는 냉음극(210)으로부터의 전자가 이온트랩(230)으로 들어가는 입구이다. 제1 애퍼처(231a)는 대략 100-2000 μm 의 직경을 가진다. 제1 애퍼처(231a)에는 제1 전자증폭기(241)가 배치된다.
- [0039] 콜드 캐소드(210)는 전자를 방출시에만 전압을 인가하면 되므로, 전력 소비가 감소되며, 제1 전자증폭기(241)의 적용으로 작은 전압을 인가할 수 있으며, 이는 팁(212)이 이온 물질 등에 의한 충격으로 손상되는 것을 감소시킨다.
- [0040] 제1 전자증폭기(241)의 구조는 도 2의 제1 전자증폭기(141)와 동일할 수 있다. 제1 전자증폭기(241)는 콜드 캐소드(210)으로부터의 전자의 수를 증가시켜서 이온 검출 감도를 향상시키기 위한 것이다.
- [0041] 제1 엔드캡 전극(233)에는 제2 애퍼처(233a)가 형성된다. 제2 애퍼처(233a)에는 제2 전자증폭기(242)가 배치된다. 제2 전자증폭기(242)의 구조는 실질적으로 도 2에 도시된 제1 전자증폭기(141)와 동일하므로 상세한 설명은 생략하며, 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조번호를 사용한다. 이온트랩(230)으로부터 배출된 이온은 제2 전자증폭기(242)에 충돌하면서 증폭되며 이때 생성되는 전자는 제2 전자증폭기(242)의 홀(151)을 통과하면서 증폭된다. 제2 전자증폭기(242)는 소형 질량분석기에서 측정하는 이온에 포함된 전자의 수를 증가시켜서 이온 검출 감도를 향상시키기 위한 것이다.
- [0042] 제2 전자증폭기(242)를 통과하여 증폭된 전자는 전류 검출기(260)에 부딪히며, 전류 검출기(260)는 전류를 측정하여 전자의 양, 즉 이온양을 측정한다.
- [0043] 제2 전자증폭기(242)는 소형 질량분석기에서 측정하는 이온에 포함된 전자의 수를 증가시켜서 이온 검출 감도를 향상시키기 위한 것이다. 제2 전자증폭기(242) 및 전류 검출기(260)은 이온 디텍터를 구성할 수 있다.
- [0044] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 2차 전자증폭기가 제2 애퍼처에 배치되며, 콜드 캐소드를 제1 애퍼처에 가깝게 배치하므로, 구성이 더 컴팩트해지며, 제1 전자증폭기의 사용으로 전자방출원에서의 사용전류가 감소되어서 소형 배터리로 동작될 수 있으므로, 소형의 휴대용 질량분석기의 제작이 가능해진다.
- [0045] 이상에서 첨부된 도면을 참조하여 설명된 본 발명의 실시예들은 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본

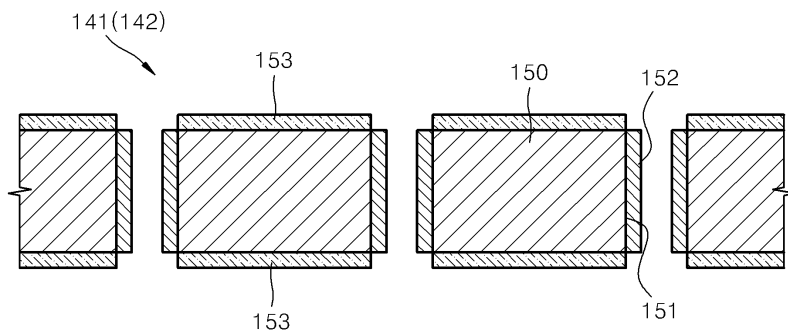
발명의 진정한 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

도면

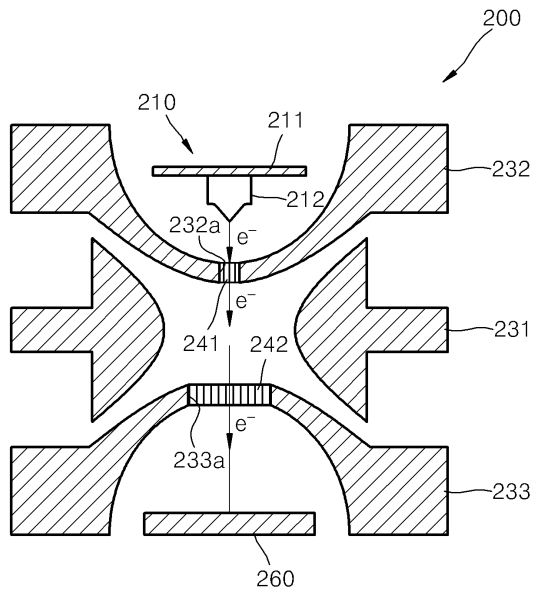
도면1



도면2



도면3



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

상기 전자방출원으로부터의

【변경후】

상기 전자방출원의