

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3097148号  
(P3097148)

(45)発行日 平成12年10月10日(2000.10.10)

(24)登録日 平成12年8月11日(2000.8.11)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I
H 0 1 J 49/06		H 0 1 J 49/06
49/26		49/26

請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号	特願平3-64503	(73)特許権者	000001993 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(22)出願日	平成3年3月28日(1991.3.28)	(72)発明者	田中 耕一 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式 会社島津製作所三条工場内
(65)公開番号	特開平4-298947	(74)代理人	100086737 弁理士 岡田 和秀
(43)公開日	平成4年10月22日(1992.10.22)		
審査請求日	平成9年10月24日(1997.10.24)	審査官	堀部 修平
		(56)参考文献	特開 昭60-143759 (J P, A) 特開 昭57-115752 (J P, A) 実開 平2-183960 (J P, U)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 質量分析装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 イオン源(1)と、このイオン源(1)から引き出されたイオンを質量分離する質量分析部(2)と、この質量分析部(2)で質量分離して取り出されたイオンを電子に変換するイオン電子コンバータ(4)と、変換された電子を検出して電気信号として取り出す電子検出器(3)とが順次配置されている質量分析装置において、前記質量分析部(2)とイオン電子コンバータ(4)との間に、さらにサブスリット(10)を配置する一方、イオン源(1)に印加するイオン引出電圧を $V_0$ 、サブスリット(10)に印加する電圧を $V_s$ 、イオン電子コンバータ(4)に印加するコンバータ電圧を $V_c$ とした場合、 $V_s = V_0 - k_1$ 、 $V_c = V_0 - k_2$  (ただし、 $k_1$ 、 $k_2$ は定数)の関係を満たすように、 $V_0$ の設定に応じて $V_s$ 、 $V_c$ をそれぞれ決定する電圧制御手段(12)を備えることを特

2

徴とする質量分析装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ガスクロマトグラフ質量分析装置(GC/MS)、二次イオン質量分析装置(SIMS)などのように、イオン源からのイオンを質量分離することにより物質の定性、定量分析を行う質量分析装置に関する。

【0002】

10 【従来の技術】従来のこの種の質量分析計には、図2に示す構成のものがある。

【0003】同図において、1はイオン源、2はイオン源1から引き出されたイオンを質量分離する質量分析部で、二重収束型、四重極型、飛行時間型などの各種のものが使用される。3はイオン電子コンバータ4で発生し

た電子を検出して電気信号として取り出す電子検出器で、この例ではシールド電極3 aとダイノード3 bを備えた二次電子増倍管で構成されている。その他、セラトロン、チャンネルトロン、マイクロチャンネルプレート、ファラデーカップ、シンチレータなどの各種の電子検出器が適用される。2 aはイオンを加速するためのイオン引出電極で、イオン源1と質量分離部2 bとの間に設けられている。また、2 cは質量分離部2 bで質量分離された特定のイオンのみを選択的に取り出すためのコレクタスリット、4はコレクタスリット2 cを通過したイオンを電子に変換するステンレス、アルミニウム、Cu-B e合金等でできたイオン電子コンバータである。

【0004】イオン電子コンバータ4を設けている理由は、質量分析部2で質量分離されたイオンを直接に電子検出器3に入射させると、電子検出器3の寿命低下や感度低下を招くので、一旦、イオンをイオン電子コンバータ4に衝突させて電子に変換させることによりイオン/電子の変換効率を高め、かつ、電子検出器3の長寿命化を図るためである。

【0005】なお、5は増幅器、6は計測部である。

【0006】上記構成において、イオン源1には所定のイオン引出電圧V<sub>0</sub>が印加され、イオン引出電極2 aは接地されており、これによって、イオン源1から出射されたイオンがイオン源1とイオン引出電極2 aとの間の電位差V<sub>0</sub>によって加速される。また、コレクタスリット2 cは接地され、イオン電子コンバータ4には所定のコンバータ電圧V<sub>c</sub>が印加されており、これによって、質量分離部2 bで質量分離されてコレクタスリット2 cを通過したイオンが、コレクタスリット2 cとイオン電子コンバータ4の電位差V<sub>c</sub>によっていわゆる後段加速されてイオン電子コンバータ4に衝突する。すると、このイオン電子コンバータ4からはイオンの量およびエネルギーに応じた電子が放出され、この電子が電子検出器3に入射される。電子検出器3には、所定の加速電圧V<sub>0</sub>が印加されており、この加速電圧V<sub>0</sub>は図示省略した抵抗 \*

$$E = q \cdot V_0 = m \cdot v^2 / 2$$

(ここに、qはイオンの電荷、mはイオンの質量、vは速度)となるので、同じ質量電荷比m/qのイオンに対しても、V<sub>0</sub>の値に応じてvが変化し、これに伴い、イオンの飛行軌道も変化してイオン電子コンバータ4に衝突するイオンの入射角θと入射位置とがいずれも変動する。このため、イオン引出電圧V<sub>0</sub>の値に応じてイオン/電子の変換効率が大きく変動するとともに、電子検出器3に対する電子の入射位置も変動し、その結果、同一質量電荷比m/qのイオンを検出する場合にも、イオン引出電圧V<sub>0</sub>の値に応じて検出感度がばらつくという不都合を生じていた。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであって、イオン引出電

\*により分圧されて各ダイノード3 bに印加されている。したがって、イオン電子コンバータ4からの電子がダイノード3 bに衝突することにより、二次電子放射が起これ、これが各ダイノード3 bによって指数的に増倍されて電気信号として取り出される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のイオン電子コンバータ4におけるイオン/電子の変換効率は、これに衝突するイオンの入射角θと入射エネルギーEとが影響し、それぞれθ、Eに最適値が存在することが知られている。また、電子検出器についても、最適な入射位置が存在する。

【0008】一方、上述したように、イオン源1には所定のイオン引出電圧V<sub>0</sub>が印加されるが、このイオン引出電圧V<sub>0</sub>は、分析条件に適応するようにその都度変更される。たとえば、二重収束型質量分析装置において、未知試料の定性分析などを行う場合には、広い測定質量数範囲を走査する必要が生じるが、その際には、イオン引出電圧V<sub>0</sub>を比較的小さな値に設定する。但し、この場合の測定感度は低くなる。これに対して、既知試料の定量分析を行う場合には、測定感度を高める必要があるため、その際には、イオン引出電極V<sub>0</sub>を比較的大きな値に設定する。但し、この場合の測定質量数範囲は狭くなる。

【0009】図2に示した従来構成の装置では、イオン引出電圧V<sub>0</sub>の設定値とは無関係に、イオン電子コンバータ4および電子検出器3に印加する各電圧V<sub>c</sub>、V<sub>0</sub>の値が個別に設定されており、イオン引出電圧V<sub>0</sub>の値が変更されても両電圧V<sub>c</sub>、V<sub>0</sub>は固定されたまま、または、V<sub>0</sub>との相関関係なく任意に変更される。

【0010】そのため、従来装置では、上記のように分析条件に応じてイオン引出電圧V<sub>0</sub>を変更した場合には、コレクタスリット2 cを通過するもイオンの運動エネルギーが変動していた。すなわち、コレクタスリット2 cを通過するイオンの運動エネルギーEは、

$$(1)$$

圧の値に影響されることなく、質量分析計を通過したイオンがイオン電子コンバータに対して一定の入射角および入射エネルギーで衝突するようにして、イオン検出感度のばらつきが生じないようにするものである。

【0012】そのため、本発明では、イオン源1と、イオン引出電極2 aによって引き出されたイオンを質量分離する質量分離部2 bと、この質量分離部2 bで質量分離して取り出された特定のイオンのみを選択的に取り出すコレクタスリット2 cと、このコレクタスリット2 cを通過したイオンを電子に変換するイオン電子コンバータ4と、変換された電子を検出して電気信号として取り出す電子検出器3とが順次配置されている質量分析装置において、次の構成を採る。

【0013】すなわち、本発明の質量分析装置では、コ

レクタスリット2cとイオン電子コンバータ4との間に、さらにサブスリット10を配置する一方、イオン源1に印加するイオン引出電圧を $V_0$ 、サブスリット10に印加する電圧を $V_s$ 、イオン電子コンバータ4に印加するコンバータ電圧を $V_c$ とした場合に、 $V_s = V_0 - k_1$ 、 $V_c = V_0 - k_2$  (ただし、 $k_1$ 、 $k_2$ は定数)の関係を満たすように、 $V_0$ の設定に応じて $V_s$ 、 $V_c$ をそれぞれ決定する電圧制御手段12を備えた構成とした。

【0014】

【作用】上記構成において、分析条件に適合させるために、イオン引出電圧 $V_0$ を設定すると、これに応じて電圧制御手段12は、サブスリット10とイオン電子コンバータ6の各印加電圧 $V_s$ 、 $V_c$ を設定する。

【0015】この状態において、イオン源1とサブスリット10との間の電位差は、

$$V_0 - V_s = k_1$$

で一定となり、したがって、質量分析部2で質量分離されたすべてのイオンは、常に一定の運動エネルギーでサブスリット10から出射される。

【0016】一方、サブスリット10とイオン電子コンバータ4との間の電位差は、

$$V_s - V_c = -k_1 + k_2$$

で一定となり、サブスリット10を通過したすべてのイオンは、常に同一の軌道を描いてイオン電子コンバータ4に衝突する。

【0017】つまり、すべてのイオンは、イオン引出電圧 $V_0$ の値に影響を受けることなく、イオン電子コンバ

$$V_s = V_0 - k_1, V_c = V_0 - k_2, V_D = V_0 - k_3, V_E = V_0 - k_4 \quad (\text{ただし、} k_1, k_2, k_3, k_4 \text{は定数})$$

の関係を満たすように、設定部14で $V_0$ の値が設定されると、これに応じて $V_s$ 、 $V_c$ 、 $V_D$ 、 $V_E$ の各値をそれぞれ決定して出力するようになっている。なお、上記の各定数 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、 $k_4$ は、検出感度が大きくなるように、イオンの軌道および電子検出器3への電子の入射位置を考慮して予め決定される。

【0022】なお、16は増幅器5の入力電位を一定にするためのアイソレーション用のコンデンサである。

【0023】次に、上記構成の質量分析装置の作用について説明する。

【0024】分析条件に適合させるために、設定部14からイオン源1に対して印加するイオン引出電圧 $V_0$ の値を設定すると、これに応じて電圧制御手段12は、上記の(2)式に基づいて、サブスリット10、イオン電子コンバータ4および電子検出器3の各印加電圧 $V_s$ 、 $V_c$ 、 $V_D$ 、 $V_E$ を設定する。

【0025】この状態において、イオン源1とサブスリット10との間の電位差は、

$$V_0 - V_s = k_1$$

\*ータ4に対して、常に一定の入射角 $\theta$ でもって同じ位置に衝突するので、従来のように、同一質量電荷比 $m/q$ のイオンを検出する場合にもイオン引出電圧 $V_0$ によって検出感度の変動を受けるなどの不都合が回避され、常に一定の検出感度が得られることになる。

【0018】

【実施例】図1は本発明の実施例に係る質量分析装置の構成図であり、図2に示した従来例に対応する部分には同一の符号を付す。

10 【0019】図1において、1はイオン源、2aはイオン引出電極、2bは質量分離部、2cはコレクタスリット、3は電子検出器、4はイオン電子コンバータ、5は増幅器、6は計測部であり、これらの構成は従来例の場合と同様である。

【0020】この実施例の特徴は、コレクタスリット2cとイオン電子コンバータ4との間に、サブスリット10が配置されており、また、イオン源1、サブスリット10、イオン電子コンバータ4および電子検出器3に印加する電圧を制御する電圧制御手段12と、イオン引出電圧 $V_0$ を設定するための設定部14とを備えていることである。

【0021】上記の電圧制御手段12は、たとえばCPUで構成され、イオン源1に印加するイオン引出電圧を $V_0$ 、サブスリット10に印加する電圧を $V_s$ 、イオン電子コンバータ4に印加するコンバータ電圧を $V_c$ 、電子検出器3の前段に印加する電圧を $V_D$ 、電子検出器3の後段に印加する電圧を $V_E$ とした場合に、

(2)

で一定となり、したがって、質量分析部2で質量分離されたすべてのイオンは、常に一定の運動エネルギーでサブスリット10から出射される。

【0026】また、サブスリット10とイオン電子コンバータ4との間の電位差は、

$$V_s - V_c = -k_1 + k_2$$

で一定となり、したがって、サブスリット10を通過したすべてのイオンは、常に同一の軌道を描いてイオン電子コンバータ4に衝突する。つまり、すべてのイオンは、イオン引出電圧 $V_0$ の値に影響を受けることなく、イオン電子コンバータ4に対して、常に一定の入射角 $\theta$ でもって同じ位置に衝突する。

【0027】さらに、イオン電子コンバータ4と電子検出器3のシールド電極3aとの間の電位差は、

$$V_c - V_D = -k_2 + k_3$$

で一定となり、イオン電子コンバータ4からの電子は、電子検出器に対して常に一定速度でかつ一定位置に入射される。さらに、電子検出器3の前段と後段の電位差

50 は、

$$V_o - V_e = -k_3 + k_4$$

で一定となり、電子検出器3で増幅される条件は常に等しくなる。

【0028】このため、イオン引出電圧 $V_o$ の影響を受けることなく、同一質量電荷比 $m/q$ のイオンに対して、常に一定の検出感度が得られることになる。

【0029】上記の実施例では、電子検出器3に印加する電圧 $V_o$ 、 $V_e$ もイオン引出電圧 $V_o$ の値に応じて変化するようにしているが、加速電圧 $V_o$ 、 $V_e$ だけ切り離して独立に設定するようにしてもよい。この場合では、 $V_o$ の変化により、全体での感度に変化が生じるが、 $V_s$ 、 $V_c$ をイオン/電子変換に必要な最適な値に設定しておれば、 $V_o$ を変化させても、変換に最適な条件を常に満足することができる。

【0030】

\*【発明の効果】本発明によれば、質量分析計を通過したすべてのイオンは、イオン引出電圧の設定値が変更された場合にも、それに影響されることなく、常にイオン電子コンバータに対して一定の入射角および入射エネルギーで衝突する。このため、従来のようなイオン検出感度のばらつき発生を確実に回避することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る質量分析装置の構成図である。

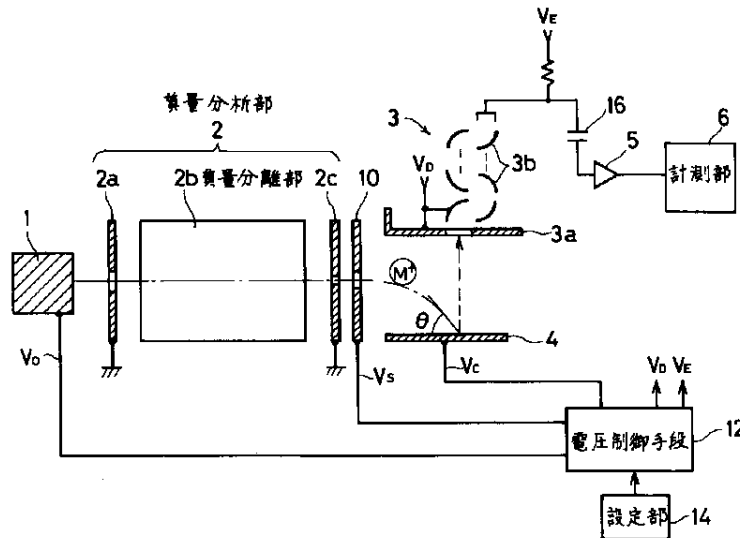
10 【図2】従来の質量分析装置の構成図である。

【符号の説明】

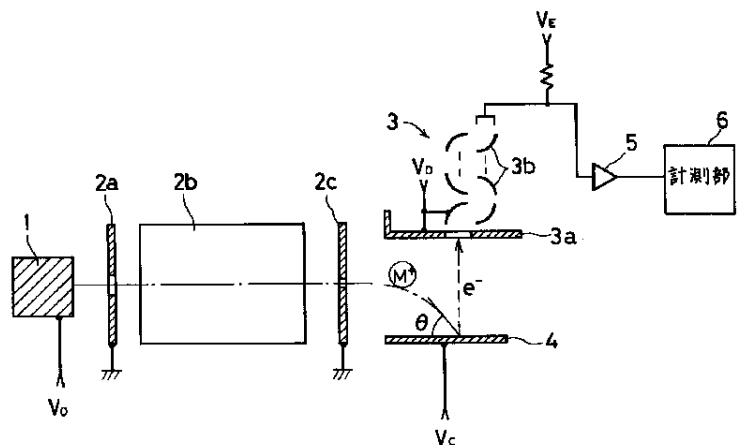
1…イオン源、2…質量分析部、3…電子検出器、4…イオン電子コンバータ、10…サブスリット、12…電圧制御手段。

\*

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

H01J 49/06

H01J 49/26 - 49/32

H01J 37/244