

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 1 区分

【発行日】平成 28 年 7 月 28 日 (2016.7.28)

【公開番号】特開 2015-179629 (P2015-179629A)

【公開日】平成 27 年 10 月 8 日 (2015.10.8)

【年通号数】公開・登録公報 2015-063

【出願番号】特願 2014-57018 (P2014-57018)

【国際特許分類】

H 0 1 J 49/40 (2006.01)

H 0 1 J 49/10 (2006.01)

【F I】

H 0 1 J 49/40

H 0 1 J 49/10

【手続補正書】

【提出日】平成 28 年 6 月 10 日 (2016.6.10)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 7】

次に、本実施例の M A L D I - T O F M S における質量分解能向上のためのエネルギー収束に関連した特徴的な動作について説明する。

イオン化の際には、次のような遅延引き出しが実行される。

制御部 2 5 の制御の下に、レーザ光が照射される以前の適宜の時点で、引き出し電圧発生部 2 1 は引き出し電極 1 2 へ電圧 V1 を印加し、プレート電圧発生部 2 0 はサンプルプレート 1 0 へ電圧 V1 よりも高い電圧 V2 を印加する。一般的な遅延引き出し法では  $V1 = V2$  であるのに対し、ここでは  $V2 > V1$  である。ただし、このときの電位差  $V2 - V1$  は後述するイオン加速時の電位差  $V3 - V1$  に比べると十分に小さい。このとき、サンプルプレート 1 0 と引き出し電極 1 2 との間の空間（引き出し領域）におけるイオン光軸 C 上の電位分布は、図 2 中に点線で示す状態である。即ち、引き出し領域には、サンプルプレート 1 0 から引き出し電極 1 2 に向かって緩やかに下傾する電位勾配を有する電場が形成される。一方、加速電圧発生部 2 2 は加速電極 1 3 に電圧 V1 よりも十分に低い電圧 V0 を印加する。したがって、引き出し電極 1 2 と加速電極 1 3 との間の空間（加速領域）には、引き出し電極 1 2 から加速電極 1 3 に向かって急峻に下傾する電位勾配を有する電場が形成されている。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 8】

試料 S にレーザ光が照射され試料 S 表面でイオンが生成されると、それらイオンには引き出し領域における上記電場が作用する。それにより、イオンは引き出し電極 1 2 に向かって（図 1 では上方）に誘引される。このとき電場により与えられるポテンシャルエネルギーに由来するイオンの速度は質量電荷比が小さいほど大きい。そのため、質量電荷比が小さなイオンほど引き出し電極 1 2 に近い位置になるように、イオンはおおまかに分離される。また、ほぼ同一の質量電荷比を有するイオンの集まりを子細にみると、大きな初期

エネルギーを持つイオンほど引き出し電極 1 2 に近い位置にある。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 6】

本実施例の M A L D I - T O F M S におけるエネルギー補償動作の効果を検証するために、行ったシミュレーション結果の一例を図 4 に示す。図 4 において従来法は、本実施例と同様の改良遅延引き出し法を実施したうえで補助加速電場を用いない方法である。また、図 4 において本発明法は、上述した改良遅延引き出し法を実施したうえで図 3 に示したボルツマン関数による電位勾配を示す補助加速電場を用いた方法である。このシミュレーションでは、図 1 に示したようなイオン光軸 C を中心とする軸対称のイオン輸送系を想定し、補助電極以外の各電極に印加する電圧などの条件は、補助加速電場の有無に対してそれぞれシミュレーション結果ができるだけ良好になるように調整した。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 5 6】

具体的には、特許文献 3 に開示されている、他の改良遅延引き出し法を用いてもよい。この、他の改良遅延引き出し法を用いた、第 2 実施例の変形例による M A L D I - T O F M S の動作を、図により説明する。図 9 ( a )、( b ) はこの変形例である M A L D I - T O F M S におけるイオン光軸上の電位分布の概略図である。なお、装置構成は第 2 実施例と基本的に同じであるので、図 6 に示した概略構成図を使用する。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 5 8】

引き出し領域中に電位勾配が形成されることにより、イオンは加速電圧による比較的低いエネルギーを受け移動する。このときのイオンの速度は質量電荷比が大きいほど小さくなるから、同じ位置にある、つまり同じ加速エネルギーを受けた異なる質量電荷比のイオンを比べると、質量電荷比が小さなイオンほど大きな速度を持つ。そのため、全体として質量電荷比の小さなイオンほど早く引き出し電極 1 2 を通過して加速領域に入り、逆に質量電荷比の大きなイオンは引き出し領域に留まり易い。このように、引き出し領域において質量分離に近い操作が行われる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 6 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 6 1】

また、この第 2 実施例の M A L D I - T O F M S においても第 1 実施例と同様に、遅延引き出しを行わずに、イオンの発生時点において引き出し領域に加速領域と同様の電位勾配を有する電場を形成しておいてもよい。図 8 ( a )、( b ) は、第 2 実施例の M A L D I - T O F M S と同様の電極構成で、遅延引き出しを行わない場合のイオン光軸上の電位分布の概略図である。この場合には、イオン生成時点において引き出し領域にもイオンを

加速するような電位勾配を有する電場が形成されており、イオンはその発生の直後に加速される。この場合でも、イオンが加速領域に導入された時点で直線状の電位勾配を非線形状に変化させるように補助加速電極に電圧を印加する。図 8 ( a ) に示した例では、加速領域においてイオン流の下流側の電位を下げて電位勾配の形状を疑似曲線状に変化させており、図 8 ( b ) に示した例では、加速領域においてイオン流の上流側の電位を上げて電位勾配の形状を疑似曲線状にして変化させている。これは、上記図 7 ( a )、( b ) と同じである。このように加速領域における電位勾配を疑似曲線状とすることで、各イオンのエネルギーずれを補償することができる。