

【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6月23日(2016.6.23)

【公開番号】特開2015-159051(P2015-159051A)

【公開日】平成27年9月3日(2015.9.3)

【年通号数】公開・登録公報2015-055

【出願番号】特願2014-33574(P2014-33574)

【国際特許分類】

H 01 J 49/10 (2006.01)

G 01 N 27/62 (2006.01)

【F I】

H 01 J 49/10

G 01 N 27/62 G

【手続補正書】

【提出日】平成28年5月2日(2016.5.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

上述したように、イオン化に際し高電圧発生部11は針電極10に高電圧パルスを印加する。この高電圧発生部11が本発明に係る高電圧電源装置の一実施例である。

図2は高電圧発生部11の概略構成図である。

この高電圧発生部11は、最大数kV程度(極性は正、負切替可能)の直流高電圧を出力する直流高電圧電源110と、高電圧スイッチング回路112と、を含む。この直流高電圧電源110はPESIイオン化ユニットAの代わりに装着されるESIイオン化ユニット、やAPCIイオン化ユニットであるイオン化ユニットBへ直流高電圧を印加するにも利用される。即ち、直流高電圧電源110は複数のイオン化ユニットに共用される。一方、高電圧スイッチング回路112はPESIイオン化ユニットAのみに使用される。

上述したような理由により、直流高電圧電源110の出力抵抗111の抵抗値R1は数M以上である。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

この高電圧発生部11の特徴的な動作を図3を参照して説明する。

第1スイッチ115がオン状態、第2スイッチ116がオフ状態であるとき、高電圧発生部11から針電極10には高電圧が印加されている。出力電圧をターンオフする場合、制御部22からの指示により、第1スイッチ115はオン オフ、第2スイッチ116はオフ オンに切り替わる。すると、図3(a)に示すように、一端がGNDに接続されている負荷容量100の他端は第2スイッチ116を通してGNDに接続されるため、その直前まで負荷容量100に充電されていた電荷は第2スイッチ116を通して放電される。これにより、出力電圧は短時間で低下し、負荷、つまり針電極10の電位はGNDレベルとなる。即ち、高電圧パルスの立ち下がりは迅速である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

出力電圧ターンオン時には、制御部22からの指示により、第1スイッチ115はオフオン、第2スイッチ116はオン オフに切り替わる。この出力電圧ターンオン時の動作は2段階に分けて説明できる。

出力電圧ターンオン時の直前、つまり二つのスイッチ115、116が図3(a)に示す状態にあるとき、コンデンサ114の両端の電圧VAは次の(1)式で示される。

$$VA = \{ R2 / (R1 + R2) \} VE \quad \dots (1)$$

ここで、VEは直流高電圧電源110の出力電圧である。上述したように、このとき負荷容量100の両端電圧は0Vである。この状態から出力電圧をターンオンすると、図3(b)に示すように、コンデンサ114に充電されている電荷が第1スイッチ115を通して短時間で負荷容量100に移動する。この移動後のコンデンサ114及び負荷容量100の両端の電圧VBは次の(2)式で示される。

$$VB = \{ C1 / (C1 + C2) \} VA \quad \dots (2)$$

これが、出力電圧立ち上がり動作の第1段階である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0039】

次に、図3(c)に示すように、コンデンサ114及び負荷容量100はいずれも直流高電圧電源110による電圧によって充電され、それにより出力電圧は $R1 \times (C1 + C2)$ の時定数で緩やかに上昇する。そして、最終的に定常電圧VAに達する。これが出力電圧立ち上がり動作の第2段階である。

いま、第2段階の出力電圧Vo(t)、及び通過電流I1、I2を図3(d)のように定義すると、

$$VE = (I1 + I2) R1 + Vo(t) \quad \dots (3)$$

$$\text{ただし、 } I1 = (C1 + C2) (dVo(t) / dt), I2 = Vo(t) / R2$$

と表される。(3)式の微分方程式を初期条件 $Vo(t) = VB$ (ただし $t = 0$ のとき)で解くと(4)式となる。

$$Vo(t) = VA [ 1 - (C2 \times P) \exp \{ -P t ( (1 / R1) + (1 / R2) ) \} ]$$

$$\dots (4)$$

ただし、 $P = 1 / (C1 + C2)$

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

1 ... イオン化室

5 ... 溶媒容器

6 ... 送液ポンプ

7 ... ノズル

8 ... 試料ステージ

9 ... 試料

10 ... 針電極

1 1 ... 高電圧発生部  
1 2 ... Z 方向駆動部  
1 3 ... X - Y 方向駆動部  
2 2 ... 制御部  
1 0 0 ... 負荷容量  
1 1 0 ... 直流高電圧電源  
1 1 1 ... 出力抵抗  
1 1 2 ... 高電圧スイッチング回路  
1 1 3 ... 抵抗器  
1 1 4 ... コンデンサ  
1 1 5、1 1 6 ... スイッチ  
1 1 7 ... 入力端  
1 1 8 ... 出力端