

【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6部門第1区分

【発行日】令和3年11月11日(2021.11.11)

【公開番号】特開2021-143993(P2021-143993A)

【公開日】令和3年9月24日(2021.9.24)

【年通号数】公開・登録公報2021-045

【出願番号】特願2020-44171(P2020-44171)

【国際特許分類】

G 01 T 1/17 (2006.01)

G 01 T 1/36 (2006.01)

【F I】

G 01 T 1/17 F

G 01 T 1/36 D

G 01 T 1/17 H

【手続補正書】

【提出日】令和3年10月4日(2021.10.4)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定対象とする放射線を検出し第1の出力端子および第2の出力端子からパルス状の電流信号を発生する放射線検出器と、

前記測定対象とする放射線のエネルギースペクトルを出力する信号処理装置と、
を備え、

前記信号処理装置は、

前記放射線検出器からの信号を処理する通常速度処理部と、

前記放射線検出器からの信号を前記通常速度処理部より高速で処理する高速処理部と、
前記通常速度処理部、前記高速処理部からの情報に基づいて判定処理を行い前記測定対象とする放射線のエネルギースペクトルを出力する判定処理部と、

を具備し、

前記判定処理部は、

前記高速処理部が出力する高速整形波形から取得されるパルス幅と前記通常速度処理部が出力する通常整形波形のピーク値との組み合わせが、当該判定処理部が収納する判定表で規定する範囲内にあるか否かによってパイアルアップの有無を判定するTOPパイアルアップ判定器と、

パイアルアップの補正の可否を判定するパイアルアップ補正判定器と、

前記補正の可否の判定の結果に基づいてパイアルアップ補正を行うパイアルアップ補正器と
、

を有することを特徴とする放射線計測装置。

【請求項2】

前記通常速度処理部は、

前記放射線検出器の前記第1の出力端子に接続され前記放射線検出器から出力された前記パルス状の電流信号を電圧に変換する電荷有感增幅器と、

前記電荷有感增幅器からの出力を受け入れて波形整形する波形整形増幅器と、
を有することを特徴とする請求項1に記載の放射線計測装置。

【請求項 3】

前記高速処理部は、

前記放射線検出器の前記第2の出力端子に接続され、前記電荷有感増幅器よりも高い電荷電圧変換係数を有し、前記放射線検出器から出力された前記パルス状の電流信号を電圧に変換する高利得型電荷有感増幅器と、

前記高利得型電荷有感増幅器の出力を前記波形整形増幅器よりも短い時定数で波形整形する高速波形整形増幅器と、

前記波形整形された高速波形について、閾値を横切るタイミングを出力する波高弁別器と、

を有することを特徴とする請求項2に記載の放射線計測装置。

【請求項 4】

前記高速処理部は、

前記電荷有感増幅器の出力を前記波形整形増幅器よりも短い時定数で波形整形する高速波形整形増幅器と、

前記波形整形された高速波形について、閾値を横切るタイミングを出力する波高弁別器と、

を有することを特徴とする請求項2に記載の放射線計測装置。

【請求項 5】

前記波高弁別器が出力する検出信号の数を数え上げる計数器と、

前記パイルアップ補正判定器が出力する波高の推定値とアナログディジタル変換器が出力するディジタル変換値から波高スペクトルを求めるスペクトル測定器と、

前記計数機が数え上げた個数を用いて前記スペクトル測定器が出力する波高スペクトルの統計量を補正するスペクトル補正器と、

を備えることを特徴とする請求項3または請求項4に記載の放射線計測装置。

【請求項 6】

前記計数器は、前記TOTパイルアップ判定器がパイルアップの発生を検出した際に計数値を増加させることを特徴とする請求項5に記載の放射線計測装置。

【請求項 7】

前記TOTパイルアップ判定器は、前記パルス幅に対し前記ピーク値の正常な幅を規定する前記判定表を有し、受け入れた前記パルス幅と受け入れた前記ピーク値との組み合わせが、前記判定表で規定する範囲内にあるか否かによってパイルアップの有無を判定することを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか一項に記載の放射線計測装置。

【請求項 8】

前記パイルアップ補正器は、ルックアップテーブルに保存した典型的な整形パルスの形状と、前記高速処理部で処理されたパルス間の時間間隔と、前記通常速度処理部で処理されたパルス波形のピーク値をデジタル化したディジタル変換値とを用いて、パイルアップ補正を行い、この際、未定計数法による行列演算でパイルアップがない場合の波高の推定値を用いる、

ことを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか一項に記載の放射線計測装置。

【請求項 9】

前記パイルアップ補正器は、

ルックアップテーブルに保存した典型的な整形パルスの形状と、前記高速処理部で処理されたパルス間の時間間隔と、前記通常速度処理部で処理されたパルス波形のピーク値をデジタル化したディジタル変換値とを用いて、

前記整形パルス波形の形状を時間tの関数として $f(t)$ で表し、k番目の前記ディジタル変換値を $V_k(0)$ で表し、演算をn回行って得られた値を $V_k(n)$ で表し、a番目、b番目の前記検出信号の時間間隔を t_{ab} で表したときに、次の式(1)で表される演算式を補正演算式とし、 $V(n)$ をパイルアップがない場合の推定値とする、

ことを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか一項に記載の放射線計測装置。

$$V_k(n) = V_k - V_i(n-1) \cdot f(-t_{ki}) - V_i(N-1) \cdot f(-t_{N-1})$$

$t_{ik}) \dots (1)$
ただし、右辺第2項のは、 i が k から N までの和、右辺第3項のは、 i が1から($k - 1$)までの和を示す。

【請求項10】

前記パイルアップ補正器は、
前記 n 回の補正演算により得た値 $V_k(n)$ と、 $(n - 1)$ 回以前の演算結果を比較し、演算結果の収束を判定する、
ことを特徴とする請求項9に記載の放射線計測装置。

【請求項11】

前記パイルアップ補正器は、
前記高速処理部で処理されたパルス間の時間間隔が短い場合には補正計算を行わない、
ことを特徴とする請求項1ないし請求項10のいずれか一項に記載の放射線計測装置。

【請求項12】

前記放射線検出器の温度を測定する温度測定器をさらに備え、
前記パイルアップ補正器は、演算した波高の推定値から、前記温度測定器が測定した温度とあらかじめ記憶された波高値と温度の相関関係に基づいて、温度依存の影響を除いた波高値を推定する、
ことを特徴とする請求項1ないし請求項10のいずれか一項に記載の放射線計測装置。

【請求項13】

前記第2の出力端子に接続された電流増幅器を備え、
前記高速処理部は、前記電流増幅器の出力を閾値と比較し検出信号を出力する波高弁別器を有する、
を備えることを特徴とする請求項1または2に記載の放射線計測装置。

【請求項14】

一個の弁別パルス信号に対し多数のアナログディジタル変換信号を生成するトリガ生成器と、
前記多数のアナログディジタル変換信号により得た多数のデジタル変換値の平均値を演算子出力するためのアナログディジタル変換器と、
をさらに備えることを特徴とする請求項1ないし請求項13に記載の放射線計測装置。

【請求項15】

前記波高弁別器の出力を受け入れてパイルアップ数を出力するパイルアップ数測定器と、
前記パイルアップ数測定器の出力と前記パイルアップ補正判定器の出力とから不感時間を算出し積算する不感時間積算器と、
積算された不感時間に基づいて前記スペクトル測定器が出力した波高スペクトルを不感時間補正するためのスペクトル補正器と、
をさらに備えることを特徴とする請求項5または請求項6に記載の放射線計測装置。

【請求項16】

放射線検出器が、測定対象とする放射線を検出しパルス状の電流信号を発生する放射線検出ステップと、
信号処理装置が、前記測定対象とする放射線のエネルギースペクトルを出力する信号処理ステップと、
を有する放射線計測方法であって、
前記信号処理ステップは、
通常速度処理部が、前記放射線検出器からの信号を処理する通常処理ステップと、
高速処理部が、前記放射線検出器からの信号を前記通常速度処理部より高速で処理する高速処理ステップと、
判定処理部が、前記通常速度処理部、前記高速処理部からの情報に基づいて判定処理を行い前記測定対象とする放射線のエネルギースペクトルを出力する判定処理ステップと、
を有し、

前記判定処理ステップは、

T O T パイルアップ判定器が、前記高速処理部が出力する高速整形波形から取得されるパルス幅と前記通常速度処理部が出力する通常整形波形のピーク値との組み合わせが、当該判定処理部が収納する判定表で規定する範囲内にあるか否かによってパイルアップの有無を判定するパイルアップ判定ステップと、

パイルアップ補正判定器が、パイルアップの補正の可否を判定するパイルアップ補正判定ステップと、

パイルアップ補正器が、前記補正の可否の判定結果に基づいてパイルアップ補正を行うパイルアップ補正ステップと、

を有することを特徴とする放射線計測方法。