

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6628701号
(P6628701)

(45) 発行日 令和2年1月15日(2020.1.15)

(24) 登録日 令和1年12月13日(2019.12.13)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 T 1/17 (2006.01)	GO 1 T 1/17 C
GO 1 R 19/00 (2006.01)	GO 1 R 19/00 L
	GO 1 T 1/17 A

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-154200 (P2016-154200)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成28年8月5日(2016.8.5)	(74) 代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄
(65) 公開番号	特開2018-21857 (P2018-21857A)	(74) 代理人	100088199 弁理士 竹中 岑生
(43) 公開日	平成30年2月8日(2018.2.8)	(74) 代理人	100094916 弁理士 村上 啓吾
審査請求日	平成30年11月14日(2018.11.14)	(74) 代理人	100127672 弁理士 吉澤 憲治
		(72) 発明者	江口 和宏 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射線が入射すると電流信号を出力する放射線検出器と、
前記放射線検出器が出力した電流信号を電圧信号に変換し、この電圧信号を基にして矩形波パルスを形成する第1の変換ユニットと、
前記第1の変換ユニットが変換した電圧信号をサンプリングして、デジタル電圧データを出力する第2の変換ユニットと、
前記第1の変換ユニットが形成した矩形波パルスを計数する計数ユニットと、
前記第2の変換ユニットが出力したデジタル電圧データと前記計数ユニットが出力した矩形波パルスの計数値から積算計数値を求め、今回演算周期の積算計数値(今回)と前回演算周期の積算計数値(前回)との差から実計数値(今回)を求めて記憶する演算ユニットと、
前記演算ユニットが演算した結果を表示する表示ユニットと、を備え、
前記演算ユニットは、
演算周期毎に、実計数値(今回)と積算計数値(前回)を読み込み、
この読み込んだ実計数値(今回)が許容範囲に収まっているかどうかを判断し、
実計数値(今回)が許容範囲に収まっていると判断した場合は、許容範囲逸脱回数がゼロかどうかを判断し、
許容範囲逸脱回数がゼロであると判断した場合は、通常処理を実行し、
実計数値(今回)が許容範囲に収まっていないと判断した場合は、許容範囲逸脱回数に 1

10

20

を加算し、さらにこの加算された許容範囲逸脱回数が1かどうかを判断し、
加算された許容範囲逸脱回数が1であると判断した場合は、積算計数値（前回）を、実計
数値が許容範囲を逸脱する直前の積算計数値として記憶し、さらに第1のノイズ処理を実
行し、

加算された許容範囲逸脱回数が1ではないと判断した場合は、この許容範囲逸脱回数が許
容回数に収まっているかどうかを判断し、

許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていないと判断した場合は、前記通常処理を実行し
、

許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていると判断した場合は、前記第1のノイズ処理を
実行し、

前記通常処理は、積算計数値（今回）を含む実計数値データ列から移動平均計数率（今回）
を求め、この求められた移動平均計数率（今回）を工学値に変換して出力する処理を含
んでおり、

前記第1のノイズ処理は、前回演算周期の工学値を今回演算周期の工学値として出力する
処理を含んでおり、

許容範囲逸脱回数がゼロでないとして判断した場合は、この許容範囲逸脱回数が許容回数に
収まっているかどうかを判断し、

許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていないと判断した場合は、前記通常処理を実行し
、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、

許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていると判断した場合は、積算計数値（前回）から
第1のノイズ処理直前の演算周期の積算計数値を減算し、この差分を許容範囲逸脱回数に
1を加えた数で除して第1の平均実計数値を求め、

この求められた第1の平均実計数値が許容範囲に収まっているかどうかを判断し、

第1の平均実計数値が許容範囲に収まっていると判断した場合は、第2のノイズ処理を実
行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、

前記第2のノイズ処理は、許容範囲を逸脱している実計数値を第1の平均実計数値で置き
換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、この求
められた移動平均計数率（今回）を工学値に変換して出力する処理を含んでおり、

第1の平均実計数値が許容範囲に収まっていないと判断した場合は、第3のノイズ処理
を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、

前記第3のノイズ処理は、実計数値（今回）と許容範囲にある直近の実計数値を平均して
第2の平均実計数値を求め、許容範囲を逸脱している実計数値をこの第2の平均実計数値
で置き換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、
この求められた移動平均計数率を工学値に変換して出力する処理を含んでいる、

ことを特徴とする放射線測定装置。

【請求項2】

前記演算ユニットは、

前記第1のノイズ処理を実行すると、この第1のノイズ処理が開始した時刻を記憶し、

前記第2のノイズ処理を実行すると、この第2のノイズ処理が実行された時刻を記憶し、

前記第3のノイズ処理を実行すると、この第3のノイズ処理が実行された時刻を記憶する
ことを特徴とする請求項1に記載の放射線測定装置。

【請求項3】

前記表示ユニットは、

第1のノイズ処理が開始した時刻、第2のノイズ処理が実行された時刻、および第3のノ
イズ処理が実行された時刻を表示することを特徴とする請求項2に記載の放射線測定装置
。

【請求項4】

前記演算ユニットは、

前記第2のノイズ処理を実行すると、この第2のノイズ処理が実行された積算回数を記憶
し、

10

20

30

40

50

前記第3のノイズ処理を実行すると、この第3のノイズ処理が実行された積算回数を記憶することを特徴とする請求項1に記載の放射線測定装置。

【請求項5】

前記表示ユニットは、
第2のノイズ処理が実行された積算回数、および第3のノイズ処理が実行された積算回数を表示することを特徴とする請求項4に記載の放射線測定装置。

【請求項6】

前記演算ユニットは、
実計数値（今回）が設定された値を超えた場合、第1のノイズ処理、第2のノイズ処理、および第3のノイズ処理を、スキップすることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の放射線測定装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線測定装置に関し、特に、放射線検出器から出力される電流信号を検出することにより、線量率等を測定する放射線測定装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

原子力発電所、核燃料再処理施設、放射線利用施設、及びそれらの施設周辺等には、空間の線量率等を測定するために、放射線測定装置が設置されている（例えば、特許文献1～5を参照）。放射線測定装置は、通常の放射線レベルから、事故を想定した放射線レベルまで、広い測定レンジを精度良く測定することが必要である。放射線測定装置の放射線検出器には、微小かつ広いレンジの電流をカバーするために、例えば電離箱が使用されている。放射線検出器の電離箱に放射線が作用すると、 10^{-14} A（アンペア）オーダから 10^{-7} Aオーダの、微小かつ広いレンジの電流が発生する。

20

【0003】

このような微小電流を測定する放射線測定装置では、電流測定手段（オペアンプ）は、反転入力端子と出力端子との間にコンデンサが接続されている。放射線測定装置の電流測定手段に供給される入力電流は、電荷積分して電圧に変換される。その電圧が一定の電圧になったら、自動的に放電させると、繰り返し、鋸波状パルスが発生する。放射線測定装置の測定部は、設定時間内における鋸波状パルスの数を計数して計数値を求め、設定時間が経過した時点で1パルスに満たない鋸波状パルスの電圧を測定して電圧値を求める。放射線測定装置の測定部は、この計数値と電圧値との両方に基づき、微小電流を測定している（例えば、特許文献1を参照）。

30

【0004】

以上、述べたように、この種の放射線測定は、微小電流を扱っている。ノイズに対して特別な配慮が必要であるため、ノイズ除去手段を備えた放射線測定装置が開発されている。放射線測定装置のノイズ除去手段は、定周期で測定した測定値を時系列的に並べて常に最新化した測定値列を作成する。ノイズ除去手段は、この測定値列について、最新から過去にさかのぼった測定値の一定期間の移動平均値を求める。最新の測定値が異常な場合は、それを排除して移動平均を行う。

40

【0005】

測定値異常の代表的なものとして、装置内の静電気ノイズ電流が挙げられる。電離箱には、バイアス電圧として高電圧を供給する高電圧ラインが配設されている。この高電圧ラインは、絶縁物を介してコモン0Vに接触している。吸湿または温度上昇等による絶縁低下に起因して、0V接触箇所の近傍には、電荷が蓄積する。絶縁物ではそれに耐え切れなくなって放電が発生し、続いて充電が進行する。電離箱では、間隔をおいてこの充放電が繰り返される。条件が緩和すると、正常復帰する現象が起こっている。

【0006】

放電と充電の電荷は相殺されるため、例えば鋸波状パルスのプラス側に、山が単発に重

50

畳された形でノイズが発現する。この山は、鋸波状パルスの基本形状には影響を与えない。このため、鋸波状パルスの電圧測定とノイズ侵入のタイミングが一致しなければ、測定は影響を受けない。タイミングが一致した場合には、異常データを排除して測定するようにしている（例えば、特許文献2を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開昭61-83967号公報

【特許文献2】特開2006-98081号公報

【特許文献3】特開2000-258537号公報

【特許文献4】特開2003-28963号公報

【特許文献5】特開2004-294193号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

放射線測定装置の多くは、以上のように構成されている。すなわち、電流信号に基づく鋸波電圧の基本波形に、ノイズ電流による電圧突変が重畳された測定データを排除することにより、ノイズによる指示変動を防止している。ノイズ継続期間は、ノイズを含む測定データを排除するため、その後には、ノイズがなくなって移動平均に用いるデータ数が少ない期間が発生する。ノイズ継続期間の移動平均は、放射線の統計的変動が大きくなって測定精度に影響を与える。また、欠測時のデータを標準データで埋め合わせた場合には、当該欠測時のデータが移動平均からなくなるまで、正確な測定に復帰することはできない。

【0009】

この発明は前記のような放射線測定装置における課題点を解決するためになされたものであり、ワイドレンジでノイズによる測定への実質的な影響をなくした高信頼の放射線測定装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この発明に係る放射線測定装置は、放射線が入射すると電流信号を出力する放射線検出器と、放射線検出器が出力した電流信号を電圧信号に変換し、この電圧信号を基にして矩形波パルスを形成する第1の変換ユニットと、第1の変換ユニットが変換した電圧信号をサンプリングして、デジタル電圧データを出力する第2の変換ユニットと、第1の変換ユニットが形成した矩形波パルスを計数する計数ユニットと、第2の変換ユニットが出力したデジタル電圧データと計数ユニットが出力した矩形波パルスの計数値から積算計数値を求め、今回演算周期の積算計数値（今回）と前回演算周期の積算計数値（前回）との差から実計数値（今回）を求めて記憶する演算ユニットと、演算ユニットが演算した結果を表示する表示ユニットと、を備え、演算ユニットは、演算周期毎に、実計数値（今回）と積算計数値（前回）を読み込み、この読み込んだ実計数値（今回）が許容範囲に収まっているかどうかを判断し、実計数値（今回）が許容範囲に収まっていると判断した場合は、許容範囲逸脱回数がゼロかどうかを判断し、許容範囲逸脱回数がゼロであると判断した場合は、通常処理を実行し、実計数値（今回）が許容範囲に収まっていないと判断した場合は、許容範囲逸脱回数に1を加算し、さらにこの加算された許容範囲逸脱回数が1かどうかを判断し、加算された許容範囲逸脱回数が1であると判断した場合は、積算計数値（前回）を、実計数値が許容範囲を逸脱する直前の積算計数値として記憶し、さらに第1のノイズ処理を実行し、加算された許容範囲逸脱回数が1ではないと判断した場合は、この許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっているかどうかを判断し、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていると判断した場合は、通常処理を実行し、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていると判断した場合は、第1のノイズ処理を実行し、通常処理は、積算計数値（今回）を含む実計数値データ列から移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動

10

20

30

40

50

平均計数率（今回）を工学値に変換して出力する処理を含んでおり、第1のノイズ処理は、前回演算周期の工学値を今回演算周期の工学値として出力する処理を含んでおり、許容範囲逸脱回数がゼロでないとは判断した場合は、この許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっているかどうかを判断し、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていないとは判断した場合は、前記通常処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっているとは判断した場合は、積算計数値（前回）から第1のノイズ処理直前の演算周期の積算計数値を減算し、この差分を許容範囲逸脱回数に1を加えた数で除して第1の平均実計数値を求め、この求められた第1の平均実計数値が許容範囲に収まっているかどうかを判断し、第1の平均実計数値が許容範囲に収まっているとは判断した場合は、第2のノイズ処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、前記第2のノイズ処理は、許容範囲を逸脱している実計数値を第1の平均実計数値で置き換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動平均計数率（今回）を工学値に変換して出力する処理を含んでおり、第1の平均実計数値が許容範囲に収まっていないとは判断した場合は、第3のノイズ処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、前記第3のノイズ処理は、実計数値（今回）と許容範囲にある直近の実計数値を平均して第2の平均実計数値を求め、許容範囲を逸脱している実計数値をこの第2の平均実計数値で置き換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動平均計数率を工学値に変換して出力する処理を含んでいる。

10

【0011】

20

また、この発明に係る放射線測定装置において、演算ユニットは、許容範囲逸脱回数がゼロでないとは判断した場合は、この許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっているかどうかを判断し、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていないとは判断した場合は、通常処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっているとは判断した場合は、積算計数値（前回）から第1のノイズ処理直前の演算周期の積算計数値を減算し、この差分を許容範囲逸脱回数に1を加えた数で除して第1の平均実計数値を求め、この求められた第1の平均実計数値が許容範囲に収まっているかどうかを判断し、第1の平均実計数値が許容範囲に収まっているとは判断した場合は、第2のノイズ処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、第2のノイズ処理は、許容範囲を逸脱している実計数値を第1の平均実計数値で置き換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動平均計数率（今回）を工学値に変換して出力する処理を含んでいる。

30

【0012】

また、この発明に係る放射線測定装置において、演算ユニットは、第1の平均実計数値が許容範囲に収まっていないとは判断した場合は、第3のノイズ処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、第3のノイズ処理は、実計数値（今回）と許容範囲にある直近の実計数値を平均して第2の平均実計数値を求め、許容範囲を逸脱している実計数値をこの第2の平均実計数値で置き換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動平均計数率を工学値に変換して出力する処理を含んでいる。

40

【発明の効果】

【0013】

この発明に係る放射線測定装置は、放射線が入射すると電流信号を出力する放射線検出器と、放射線検出器が出力した電流信号を電圧信号に変換し、この電圧信号を基にして矩形波パルスを形成する第1の変換ユニットと、第1の変換ユニットが変換した電圧信号をサンプリングして、デジタル電圧データを出力する第2の変換ユニットと、第1の変換ユニットが形成した矩形波パルスを計数する計数ユニットと、第2の変換ユニットが出力したデジタル電圧データと計数ユニットが出力した矩形波パルスの計数値から積算計数値を求め、今回演算周期の積算計数値（今回）と前回演算周期の積算計数値（前回）との差から実計数値（今回）を求めて記憶する演算ユニットと、演算ユニットが演算した結果を表

50

示する表示ユニットと、を備え、演算ユニットは、演算周期毎に、実計数値（今回）と積算計数値（前回）を読み込み、この読み込んだ実計数値（今回）が許容範囲に収まっているかどうかを判断し、実計数値（今回）が許容範囲に収まっていると判断した場合は、許容範囲逸脱回数がゼロかどうかを判断し、許容範囲逸脱回数がゼロであると判断した場合は、通常処理を実行し、実計数値（今回）が許容範囲に収まっていないと判断した場合は、許容範囲逸脱回数に1を加算し、さらにこの加算された許容範囲逸脱回数が1かどうかを判断し、加算された許容範囲逸脱回数が1であると判断した場合は、積算計数値（前回）を、実計数値が許容範囲を逸脱する直前の積算計数値として記憶し、さらに第1のノイズ処理を実行し、加算された許容範囲逸脱回数が1ではないと判断した場合は、この許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっているかどうかを判断し、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていると判断した場合は、通常処理を実行し、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていると判断した場合は、第1のノイズ処理を実行する、通常処理は、積算計数値（今回）を含む実計数値データ列から移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動平均計数率（今回）を工学値に変換して出力する処理を含んでおり、第1のノイズ処理は、前回演算周期の工学値を今回演算周期の工学値として出力する処理を含んでおり、許容範囲逸脱回数がゼロでないとは判断した場合は、この許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっているかどうかを判断し、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていないと判断した場合は、前記通常処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていると判断した場合は、積算計数値（前回）から第1のノイズ処理直前の演算周期の積算計数値を減算し、この差分を許容範囲逸脱回数に1を加えた数で除して第1の平均実計数値を求め、この求められた第1の平均実計数値が許容範囲に収まっているかどうかを判断し、第1の平均実計数値が許容範囲に収まっていると判断した場合は、第2のノイズ処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、前記第2のノイズ処理は、許容範囲を逸脱している実計数値を第1の平均実計数値で置き換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動平均計数率（今回）を工学値に変換して出力する処理を含んでおり、第1の平均実計数値が許容範囲に収まっていないと判断した場合は、第3のノイズ処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、前記第3のノイズ処理は、実計数値（今回）と許容範囲にある直近の実計数値を平均して第2の平均実計数値を求め、許容範囲を逸脱している実計数値をこの第2の平均実計数値で置き換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動平均計数率を工学値に変換して出力する処理を含んでいる、ことにより、ワイドレンジでノイズによる測定への実質的な影響をなくした高信頼の放射線測定装置を得ることが可能になる。

【0014】

また、この発明に係る放射線測定装置において、演算ユニットは、許容範囲逸脱回数がゼロでないとは判断した場合は、この許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっているかどうかを判断し、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていないと判断した場合は、通常処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていると判断した場合は、積算計数値（前回）から第1のノイズ処理直前の演算周期の積算計数値を減算し、この差分を許容範囲逸脱回数に1を加えた数で除して第1の平均実計数値を求め、この求められた第1の平均実計数値が許容範囲に収まっているかどうかを判断し、第1の平均実計数値が許容範囲に収まっていると判断した場合は、第2のノイズ処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、第2のノイズ処理は、許容範囲を逸脱している実計数値を第1の平均実計数値で置き換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動平均計数率（今回）を工学値に変換して出力する処理を含んでいる、ことにより、ノイズ侵入の直前と直後の積算計数値に基づき平均実計数値を求めてノイズ侵入期間の実計数値を補間し、設定されたデータ数の実計数値の時系列的な並びとしてのデータ列を最新化するようにしたので、実質的に欠測のない高信頼の放射線測定装置を提供できると共に、移動平均計数率の算出に係るデ

ータ数が減ることによるゆらぎを防止して安定した精度が得られる。

【 0 0 1 5 】

また、この発明に係る放射線測定装置において、演算ユニットは、第1の平均実計数値が許容範囲に収まっていないと判断した場合は、第3のノイズ処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、第3のノイズ処理は、実計数値（今回）と許容範囲にある直近の実計数値を平均して第2の平均実計数値を求め、許容範囲を逸脱している実計数値をこの第2の平均実計数値で置き換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動平均計数率を工学値に変換して出力する処理を含んでいる、ことにより、ノイズ侵入の直前と直後の積算計数値に基づき平均実計数値を求めてノイズ侵入期間の実計数値を補間し、設定されたデータ数の実計数値の時系列的な並びとしてのデータ列を最新化するようにしたので、実質的に欠測のない高信頼の放射線測定装置を提供できると共に、移動平均計数率の算出に係るデータ数が減ることによるゆらぎを防止して安定した精度が得られる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図1】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置の構成要素を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置の動作を説明するための信号波形図であり、放射線検出器から出力される電流信号の形状を表している図である。

【図3】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置の動作を説明するための信号波形図であり、鋸波状パルスの波形を模式的に表している図である。

【図4】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置の動作を説明するための信号波形図であり、パルス波形の形状を模式的に表している図である。

【図5】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置の信号波形に重畳するノイズの形状を示す図であり、自己汚染核種に起因するノイズの形状を示している図である。

【図6】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置の信号波形に重畳するノイズの形状を示す図であり、静電気に起因するノイズの形状を示している図である。

【図7】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置の信号波形に重畳するノイズの形状を示す図であり、電磁誘導に起因するノイズの形状を示している図である。

【図8】本発明の実施の形態1に係わる放射線測定装置の動作を説明するためのフローチャート図である。

【図9】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置における通常処理（D0）の動作を説明するためのフローチャート図である。

【図10】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置におけるノイズ処理（D1）の動作を説明するためのフローチャート図である。

【図11】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置における第1の平均実計数値を求める動作を説明するためのフローチャート図である。

【図12】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置におけるノイズ処理（D2）の動作を説明するためのフローチャート図である。

【図13】本発明の実施の形態に係わる放射線測定装置におけるノイズ処理（D3）の動作を説明するためのフローチャート図である。

【図14】本発明の実施の形態2に係わる放射線測定装置におけるS061の動作を説明するためのフローチャート図である。

【図15】本発明の実施の形態2に係わる放射線測定装置におけるS141の動作を説明するためのフローチャート図である。

【図16】本発明の実施の形態2に係わる放射線測定装置におけるS151の動作を説明するためのフローチャート図である。

【図17】本発明の実施の形態3に係わる放射線測定装置におけるS142の動作を説明するためのフローチャート図である。

【図18】本発明の実施の形態3に係わる放射線測定装置におけるS152の動作を説明するためのフローチャート図である。

10

20

30

40

50

【図19】本発明の実施の形態4に係わる放射線測定装置の動作を説明するためのフローチャート図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明の実施の形態に係る放射線測定装置について、図を参照しながら以下に説明する。なお、各図において、同一または同様の構成部分については同じ符号を付しており、対応する各構成部のサイズや縮尺はそれぞれ独立している。例えば構成の一部を変更した断面図の間で、変更されていない同一構成部分を図示する際に、同一構成部分のサイズや縮尺が異なっている場合もある。また、放射線測定装置の構成は、実際にはさらに複数の部材を備えているが、説明を簡単にするため、説明に必要な部分のみを記載し、他の部分については省略している。

10

【0018】

実施の形態1.

図1は、本願の実施の形態に係わる放射線測定装置100の構成を示す構成図である。同図に示すように、放射線測定装置100は、放射線検出器1、電流/電圧・周波数変換ユニット2(第1の変換ユニット)、計数ユニット3、アナログ/デジタル変換ユニット4(第2の変換ユニット)、演算ユニット5、表示ユニット6およびバイアス電源ユニット7などから構成されている。放射線検出器1は、電流/電圧・周波数変換ユニット2の電荷積分部21の入力側に接続されている。放射線検出器1は、入射した放射線により生成された電流信号を、電流/電圧・周波数変換ユニット2に出力する。

20

【0019】

電流/電圧・周波数変換ユニット2は、電荷積分部21、電圧比較部22、電荷放電部23、矩形波パルス出力部24を有する。電荷積分部21は、コンデンサ211及びオペアンプ212を有する。オペアンプ212は、反転入力端子と出力端子との間にコンデンサ211が接続されている。オペアンプ212の出力側は、電圧比較部22の入力側、及びアナログ/デジタル変換ユニット4の入力側に接続されている。電圧比較部22の出力側は、電荷放電部23の入力側及び矩形波パルス出力部24の入力側に接続されている。電荷放電部23は定電流源231を有する。矩形波パルス出力部24の出力側は、計数ユニット3の入力側に接続されている。

30

【0020】

計数ユニット3の出力側は、演算ユニット5に接続されている。アナログ/デジタル変換ユニット4の出力側は、演算ユニット5に接続されている。バイアス電源ユニット7は、演算ユニット5から指令を受け、放射線検出器1に、バイアス電圧として、例えば600~800V程度の高電圧を供給する。演算ユニット5は、工学値演算処理手段とノイズ処理手段とを有し、それらの機能はマイクロプロセッサ5aにて実行されるプログラムにて実現されている。工学値演算処理手段は、実計数値算出部51、実計数値メモリ52、移動平均計数率算出部54、工学値変換部55を有している。ノイズ処理手段は、ノイズ処理部53を有している。

【0021】

演算ユニット5は、表示ユニット6と接続されている。表示ユニット6は、演算ユニット5から出力されたデータを表示すると共に、演算ユニット5の設定等の操作を行う。なお、これら電流/電圧・周波数変換ユニット2、計数ユニット3、アナログ/デジタル変換ユニット4、演算ユニット5、表示ユニット6およびバイアス電源ユニット7は、例えば一つの箱に収容されている。また、放射線検出器1~バイアス電源ユニット7の全てが一つの箱に収容されていることもある。

40

【0022】

電流信号を出力する放射線検出器1として、電離箱、NaI(Tl)シンチレーション検出器、プラスチックシンチレーション検出器等が採用されている。以下では、放射線検出器1として、例えば、球形アルミニウム容器に、加圧したアルゴンまたは窒素あるいはそれらの混合ガスを封入した電離箱を使用することを想定している。電離箱は、バックグ

50

ラウンド線量率レベルの 10^{-14} A オーダの電離電流から、原子力発電所の事故を施設周辺で測定することを想定した線量率レベルの 10^{-7} A オーダの電離電流まで、を対象にした線量率が測定できる。

【0023】

放射線検出器 1 に電離箱を使えば、約 7 デカードという広いレンジで、かつ、エネルギー特性が良好（平坦）な線量率が測定できる。NaI (TI) シンチレーション検出器、およびプラスチックシンチレーション検出器は、検出器を構成する光電子増倍管の暗電流が 10^{-9} A オーダと大きいため、この暗電流が無視できる高線量率領域の電流信号を測定するのに適している。以下、電離箱を放射線検出器 1 の代表として、放射線測定装置 100 の動作を説明する。

10

【0024】

電離箱（放射線検出器 1）は、入射した放射線に対する線量率レスポンスにおいて、線量率に比例した電流を出力する。電流 / 電圧・周波数変換ユニット 2 は、その電流信号を入力して、電流に比例する繰り返し周波数の鋸波状パルスと、その鋸波状パルスの山から谷へ反転するタイミングで矩形波パルスを出力する。アナログ / デジタル変換ユニット 4 は、その鋸波状パルスを形成する電圧信号をサンプリングして、電圧値（デジタル変換データ）を出力する。計数ユニット 3 は、矩形波パルス出力部 24 が出力した矩形波パルスを計数して、計数値を出力する。その計数値はオーバーフローに至る前に、設定された値（リセット設定値）でリセットされる。計数ユニット 3 は、リセットを間に挟んだ場合、特別にそのリセット情報も合わせて演算ユニット 5 に出力する。

20

【0025】

図 2 から図 4 は、本願の実施の形態に係わる放射線測定装置 100 の動作を説明するための信号波形を示している。同図を参照して、電流 / 電圧・周波数変換ユニット 2 の動作について説明する。図 2 では、放射線検出器 1 から出力される電流信号（J）が、間隔 t_0 （演算周期）でステップ状に変化した場合を仮定している。電流信号（J）は、時間 T1 から時間 T2 の間では電流 J1 を示している。電流信号（J）は、時間 T2 から時間 T3 の間では電流 J2 を示している。電流信号（J）は、時間 T3 から時間 T4 の間、および時間 T4 から時間 T5 の間では、電流 J3 を示している。電流 / 電圧・周波数変換ユニット 2 の電荷積分部 21 は、放射線検出器 1 が出力した、このようにステップ状に変化する、電流信号（J）を入力して、電荷として蓄積する。

30

【0026】

図 3 は、放射線測定装置 100 の動作を理解し易いように、電荷積分部 21 から出力される鋸波状パルスの波形を、模式的に表したものである。電荷積分部 21 は、蓄積された電荷に比例した電圧信号（Vx）を出力する。電圧比較部 22 は、その電圧信号（Vx）が設定値（Va）に到達したら、反転してトリガ信号を発する。電荷放電部 23 は、そのトリガ信号をトリガにして、コンデンサ 211 に定電流源 231 から一定電流を一定時間流して、コンデンサ 211 に電流を蓄積させる。

【0027】

電荷放電部 23 が、蓄積された電荷を放電させると、コンデンサ 211 の電圧値は山から谷まで低下する。矩形波パルス出力部 24 は、前記トリガ信号に対応して、一定電圧かつ一定時間幅の矩形波パルスを出力する。図 4 は、放射線測定装置 100 の動作を理解し易いように、矩形波パルス出力部 24 から出力される矩形波パルスの波形を、模式的に表したものである。矩形波パルス出力部 24 は、時間 T1 から時間 T2 の間に 4 個の矩形波パルスを発行している。矩形波パルス出力部 24 は、時間 T2 から時間 T3 の間に 3 個の矩形波パルスを発行している。時間 T3 以降になると、電圧信号が設定値（Va）に到達していないため、矩形波パルスは、一度も発行されていない。

40

【0028】

電離箱の場合、矩形波パルス出力部 24 から出力される矩形波パルスの繰り返し周波数は、バックグラウンドレベルでは数 cpm と低く、分解能が低い。このため、電離箱で精度の高い測定をしようとする、数 10 分間について計数する必要がある。そこで、実施

50

の形態に係わる放射線測定装置 100 では、以下のようにして測定時間を短縮する。放射線測定装置 100 の演算ユニット 5 において、実計数値算出部 51 は、アナログ/デジタル変換ユニット 4 から入力した電圧値（デジタル変換された電圧データ）について、電荷積分部 21 から出力される鋸波状パルスのピーク電圧と谷電圧との電圧差を 1 カウントとみなす。

【0029】

実計数値算出部 51 は、演算周期毎にサンプリングされる今回演算周期の電圧値に基づき、1 カウント未満の計数値 c （今回）を求める。計数ユニット 3 から入力した計数値 C （今回）に計数値 c （今回）を加算して、今回演算周期の積算計数値（今回） = { 計数値 C （今回） + 計数値 c （今回） } とする。今回演算周期の積算計数値（今回）から、前回演算周期の積算計数値（前回） = { 計数値 C （前回） + 計数値 c （前回） } を減算して、その差 [{ 計数値 C （今回） + 計数値 c （今回） } - { 計数値 C （前回） + 計数値 c （前回） }] を実計数値（今回）と表記する。

10

【0030】

実計数値（今回）は、実計数値メモリ 52 に記憶され、実計数値データ列の最新位置に格納される。演算ユニット 5 は、実計数値メモリ 52 の最古位置の実計数値を廃棄して、実計数値データ列を最新化する。移動平均計数率算出部 54 は、最新化された実計数値データ列から、移動平均計数率（今回）を求める。移動平均計数率（今回）は、実計数値メモリ 52 に格納されている実計数値を、最新から過去に遡って順番に設定されたデータ数まで積算し、それらのデータに対応する積算時間で除して求められる。演算ユニット 5 は、このようにして 1 カウント未満の端数計数値を実計数値に組み込むことにより、測定の分解能を向上させて測定時間を短縮する。

20

【0031】

工学値変換部 55 は、移動平均計数率に工学値変換係数を乗じて工学値、例えば線量率（単位： nGy/h ）、を出力する。表示ユニット 6 は、出力された工学値を表示する。なお、通常処理（D0）を実行する場合、リセットを間に挟むことが生じる。計数ユニット 3 は、この場合、特別にそのリセット情報（リセット設定値など）も合わせて出力する。実計数値算出部 51 は、計数ユニット 3 から計数値とリセット情報を入力すると、このリセット情報に基づき今回演算周期の実計数値（今回）を、[{ 計数値 C （今回） + リセット設定値 + 計数値 c （今回） } - { 計数値 C （前回） + 計数値 c （前回） }] により算出する。次の演算周期では、実計数値を通常の [{ 計数値 C （今回） + 計数値 c （今回） } - { 計数値 C （前回） + 計数値 c （前回） }] に戻して算出する。

30

【0032】

次に、図 5 から図 7 を参照して、鋸波状パルスの突変の形とノイズの関係について説明する。同図は、信号波形に重畳するノイズの種類と形を示している。図 5 は、鋸波状パルスの傾斜が、天然核種から放出された線種で、突変して押し上げられて不連続になった様子を示している。この線種は、電離箱の内壁にたまたま露出しているか、または製造工程で除去されないで残った、天然核種から放出される。この場合、鋸波は押し上げられたままで元に戻らない。信号波形は、線種により電離箱内に生成された電荷に相当する電圧が重畳されて不連続に上昇している。その後、信号波形は、上昇点を起点に元の傾きで推移する。

40

【0033】

実計数値算出部 51 は、アナログ/デジタル変換ユニット 4 がサンプリング測定した鋸波状パルスの電圧値を定周期で取り込んでいる。時間 A1 では、ノイズ前の正常な状態の電圧値を示している。時間 A2、及びその後の時間 A3 では、実計数値算出部 51 は、ノイズ後の電圧値を取り込んでいることを示している。時間 A1、及び時間 A3 の信号波形は、ノイズによる電圧変化を保持したまま鋸波状パルスの傾斜が正常復帰していることを示す。

【0034】

電離箱は、例えば高純度のアルミニウムで製造されている。電離箱の内表面には、天然

50

核種がまれに剥き出しになっていることがある。あるいは、電離箱のクリーニング工程から電離ガスの充填工程の間で、空気中のラドン、トロンまたはその子孫核種が、極微量に残存したり、または混入したりする。このため、極くまれな頻度で、信号波形に図のような突変が発現する。

【 0 0 3 5 】

図 6 は、静電気ノイズによる鋸波状パルスの突変の形を表している。鋸波状パルスの傾斜に山型の突変が発現し、その後、鋸波状パルスは、元の基本的な傾斜に戻る様子を示している。静電気ノイズは、放射線検出器 1、電荷積分部 2 1、両者の間の電流信号ラインのいずれかが静電気の影響を受けた場合に発生する。電荷積分部 2 1 のコンデンサ 2 1 1 にノイズ電荷が充電され、その後ゆっくりと放電される。

10

【 0 0 3 6 】

実計数値算出部 5 1 は、時間 A 1 のタイミングでは、ノイズ前の正常な状態の電圧値を読み込んでいる。実計数値算出部 5 1 は、時間 A 2 のタイミングで、ノイズ電荷放電中の電圧値を、読み込んでいる。実計数値算出部 5 1 は、時間 A 3 のタイミングで、時間 A 1 の延長線にある正常な鋸波状パルスに復帰した電圧値を、読み込んでいる。

【 0 0 3 7 】

図 7 は、放射線測定装置が電磁誘導ノイズの影響を受けて、鋸波状パルスに振動ノイズが重畳する様子を示している。実計数値算出部 5 1 は、時間 A 1 のタイミングでは、ノイズ前の正常な状態の電圧値を、読み込んでいる。実計数値算出部 5 1 は、時間 A 2 のタイミングで、ノイズ電荷充電中の電圧値を、読み込んでいる。実計数値算出部 5 1 は、時間 A 3 のタイミングでは、時間 A 1 の延長線にある正常な鋸波状パルスに復帰した電圧値を、読み込んでいる。

20

【 0 0 3 8 】

次に、図 8 のフローチャートにより、放射線測定装置 1 0 0 の動作について説明する。同図に示されているフローチャートは、演算ユニット 5 (工学値演算処理手段)における通常処理のほかに、ノイズ処理部 5 3 (ノイズ処理手段)におけるノイズ処理の手順も説明している。放射線測定が、S 0 0 で、スタートすると、ノイズ処理部 5 3 は、S 0 1 では、実計数値メモリ 5 2 から今回演算周期で得られる実計数値(今回)を、実計数値算出部 5 1 から前回演算周期で得られた積算計数値(前回)を、それぞれ読み込む。S 0 2 では、実計数値(今回)が、設定された許容範囲(許容下限値: P L ~ 許容上限値: P U)に収まっているかどうかを判定する。すなわち、許容下限値(P L) 実計数値(今回) 許容上限値(P U)かどうかを判定する。

30

【 0 0 3 9 】

S 0 2 の判定が Y e s ならば、S 0 3 に進む。S 0 3 では、Q = 0 かどうかを判定する。ここで、Q は、許容範囲逸脱回数と呼ばれ、実計数値(今回)が許容範囲を逸脱した回数を表している。S 0 3 の判定が Y e s ならば、S 0 4 に進む。S 0 4 では、通常処理(D 0)を実行する。まず、移動平均計数率算出部 5 4 において、今回演算周期の移動平均計数率(今回)を求めて出力させる。また、工学値変換部 5 5 において、その移動平均計数率(今回)に基づき、工学値を求めて出力させる。さらに、表示ユニット 6 において、その工学値を表示させる。この一連の通常処理(D 0)が終了したら、S 0 1 に戻る(図 9 を参照のこと)。

40

【 0 0 4 0 】

S 0 2 の判定が N o ならば、S 0 5 に進む。S 0 5 では、実計数値(今回)が許容範囲を逸脱した回数(Q)に 1 を加算し、S 0 6 に進む。S 0 6 では、Q = 1 かどうかを判定する。S 0 6 の判定が Y e s ならば、S 0 7 に進む。S 0 7 では、積算計数値(前回)を、実計数値が許容範囲を逸脱する直前の積算計数値として記憶して、S 0 9 に進む。S 0 6 の判定が N o ならば、S 0 8 に進む。S 0 8 では、Q が設定された許容回数(W)に対して、Q W かどうかを判定する。

【 0 0 4 1 】

S 0 8 の判定が Y e s ならば、S 0 9 に進む。S 0 9 では、ノイズ処理(D 1)を実行

50

する。まず、工学値変換部55において、前回演算周期の工学値を、今回演算周期の工学値として出力させる。また、表示ユニット6において、その出力された工学値を表示させる。この一連のノイズ処理（第1のノイズ処理）が終了したら、S01に戻る（図10を参照のこと）。S08の判定がNoならば、S10に進む。S10では、通常処理（D0）を実行させてS01に戻る（図9を参照のこと）。

【0042】

S03の判定がNoならば、S11に進む。S11では、QWかどうかを判定する。S11の判定がYesならば、S12に進む。S12では、第1の平均実計数値を求めて、S13に進む（図11を参照のこと）。第1の平均実計数値は、積算計数値（前回）から実計数値が許容範囲を逸脱する直前の積算計数値を減算し、その差をQ+1で除して求められる。Q+1は、第1のノイズ処理を実行した回数に相当する。

10

【0043】

S13では、その第1の平均実計数値が許容範囲内にあるかどうかを判定する。すなわち、許容下限値（PL）第1の平均実計数値許容上限値（PU）かどうかを判定する。ここで、第1の平均実計数値の許容下限値（PL）と許容上限値（PU）は、実計数値（今回）の許容下限値（PL）と許容上限値（PU）と、それぞれ同じである。

【0044】

S13の判定がYesならば、S14に進む（図12を参照のこと）。S14では、ノイズ処理（D2）を実行する。まず、実計数値メモリ52において、許容範囲を逸脱した期間の実計数値を、すべて、第1の平均実計数値で置き換える。移動平均計数率算出部54において、置き換え後の実計数値データ列に基づき、移動平均計数率（今回）を求めて出力させる。工学値変換部55において、移動平均計数率（今回）に基づき、工学値を求めて出力させる。表示ユニット6において、求めた工学値を表示させる。この一連のノイズ処理（第2のノイズ処理）が終了したら、S16で許容範囲逸脱回数（Q）をリセットして、S01に戻る。

20

【0045】

S13の判定がNoならば、S15に進む（図13を参照のこと）。S15ではノイズ処理（D3）を実行する。まず、実計数値（今回）と許容範囲を逸脱する直前の実計数値を平均した第2の平均実計数値を求める。実計数値メモリ52において、許容範囲を逸脱した期間の実計数値を、すべて、第2の平均実計数値で置き換える。移動平均計数率算出部54において、置き換え後の実計数値データ列に基づき移動平均計数率（今回）を求めて出力させる。工学値変換部55において、移動平均計数率（今回）に基づき工学値を求めて出力させる。表示ユニット6において、求めた工学値を表示させる。この一連のノイズ処理（第3のノイズ処理）が終了したら、S16で許容範囲逸脱回数（Q）をリセットして、S01に戻る。

30

【0046】

S11の判定がNoならば、S17に進む（図9を参照のこと）。S17では、通常処理（D0）を実行させて、S16に進む。S16では、許容範囲逸脱回数（Q）をリセットしてS01に戻る。なお、許容下限値PL 実計数値（今回）許容上限値PUの状態から、次の演算周期で積算計数値が正常に復帰したとしても、前回演算周期の積算計数値の影響で、実計数値は、通常、正常復帰しない。実計数値の正常復帰は、1演算周期遅れることになる。

40

【0047】

ただし、極くまれな現象として、前回演算周期の積算計数値がノイズによりある方向に振れ、今回演算周期の積算計数値が逆方向に振れ、かつ振れ幅が同等の場合は、実計数値は、1演算周期の遅れなしで、正常復帰する。この場合、ノイズ処理（D2）またはノイズ処理（D3）が実行されることになるが、実質的な影響はない。

【0048】

ノイズ処理部53は、測定対象の放射線が、通常のバックグラウンド状態を基準として、有意に変化したら、実計数値の許容範囲からの逸脱として検知する。この許容範囲から

50

の逸脱は、ノイズ以外に、降雨または降雪に伴って放射線測定装置周辺のラドン、トロンの子孫核種が増加することでも発生する。また、監視対象施設の事故でも同様である。これらは測定対象であるため、可能な限りレスポンス遅れまたは欠測がないように、リアルタイムに出力されることが望ましい。

【 0 0 4 9 】

これらに起因する実計数値の許容範囲からの逸脱は、一般的な一過性ノイズに対して、継続時間が長い。例えば、演算周期を5秒とした場合には、一過性のノイズは、2演算周期以内で終息する。3演算周期目には、積算計数値が正常復帰し、4演算周期目の実計数値が正常復帰する。許容回数(W)は、1以上の自然数である。例えば、 $W = 4$ と設定すれば、レスポンスの遅れは20秒となる。この程度の遅れは、十分許容できる範囲に収まっている。

10

【 0 0 5 0 】

なお、放射線検出器内の静電気ノイズ、及び空中伝搬の電磁ノイズ等は、ノイズ侵入前後の鋸波状パルスの傾きに影響を与えない。前記ノイズ処理(D2)を実行することにより、ノイズ侵入期間の実計数値は、前記第1の平均実計数値で置き換えられて、欠落のない実データが復元される。

【 0 0 5 1 】

また、放射線検出器1が電離箱の場合には、電離箱の内壁表面の天然核種から放出された線により突発的なノイズ電流が流れる。電荷積分部21の鋸波出力は、突変上昇して不連続になる。極くまれに発生する単発事象のために、次の演算周期で、鋸波の傾きは正常復帰する。この事象で発生する欠測は、最大2演算周期である。前記ノイズ処理(D3)が実行されることにより、当該演算周期の実計数値は、前記第2の平均実計数値で置き換えるので測定に実質的に影響しない。

20

【 0 0 5 2 】

静電気ノイズは、放射線測定装置が影響を受ける代表的な電磁ノイズの一つである。静電気ノイズは、電荷積分部21の入力に侵入した正または負のノイズ電流が、その出力信号の鋸波状パルスに正または負の突変電圧ノイズとして重畳される。また、電磁ノイズは、電荷積分部21の入力に侵入した正と負で交互に振動するノイズ電流がその出力信号の鋸波状パルスに振動電圧ノイズとして重畳される。両者共にノイズ侵入中の電流信号成分がノイズ終息直後の鋸波状パルスに忠実に反映される。電荷積分部21の出力信号としての鋸波パルスの基本波形には影響しないので、前記ノイズ処理(D2)を適用する。

30

【 0 0 5 3 】

また、放射線検出器内の自己汚染放射性物質の線により、鋸波状パルスの基本波形は単発事象としてステップ状に突変する。このステップ状の突変を除去すれば、自己汚染放射性物質は鋸波状パルスの基本波形(電荷積分部21の出力信号)には影響しないので、前記ノイズ処理(D3)を適用する。ノイズ処理(D3)では、ノイズ侵入の直前と直後の積算計数値に基づき、第2の平均実計数値を求めて間を補間する。設定されたデータ数を有する実計数値のデータ列(実計数値の時系列的な並び)を最新化するようにしたので、欠測のない高信頼かつ高精度の放射線測定装置が得られる。

【 0 0 5 4 】

この発明に係る放射線測定装置は、放射線を検出して電流信号を出力する放射線検出器と、その電流信号の電荷を蓄積して電圧信号に変換し、その電圧信号が設定された電圧レベルになったら蓄積した電荷を放電すると共に矩形波パルスを出力し、電荷の蓄積と放電を繰り返すことにより電流信号に比例する繰り返し周波数の鋸波状パルスを出力する電流/電圧・周波数変換ユニットと、前記鋸波状パルスを形成する電圧信号をサンプリングして電圧値を出力するアナログ/デジタル変換ユニットと、前記矩形波パルスを計数して計数値を出力する計数ユニットと、演算ユニットと、を備えている。

40

【 0 0 5 5 】

前記演算ユニットは、工学値演算処理手段とノイズ処理手段を有し、前記工学値演算処理手段は、演算周期毎に前記電圧値及び前記計数値を入力し、前記電圧値に基づき1未満

50

の計数値を求め、その1未満の計数値に前記計数値を加算して加算計数値を求め、今回演算周期と前回演算周期の前記積算計数値の差としての実計数値を求め、設定されたデータ数の前記実計数値の時系列的な並びとしてのデータ列を最新化する形で今回演算周期の前記実計数値を取り込み、そのデータ列に基づき移動平均計数率を求め、その移動平均計数率を工学値に変換して出力する。

【0056】

前記ノイズ処理手段は、前記工学値演算処理手段に対して、今回演算周期の前記実計数値が許容範囲内の場合に、今回演算周期の前記移動平均計数率に基づく工学値を出力する通常処理を実行させる。前記許容範囲を逸脱した場合に、前記許容範囲を逸脱する直前の演算周期の工学値を出力させる一連の第1のノイズ処理を実行させる。前記第1のノイズ処理を連続で実行した回数が設定回数以内の場合は、前記第1のノイズ処理を継続させる。その設定回数以内に前記実計数値が許容範囲に復帰したら、今回演算周期の前記積算計数値から第1のノイズ処理直前の演算周期の前記積算計数値を減算し、その差を第1のノイズ処理を実行した回数(Q+1)で除して第1の平均実計数値を求める。

10

【0057】

第1の平均実計数値が前記許容範囲内の場合は、前記実計数値をこの第1の平均実計数値で置き換えて前記移動平均計数率を求める。さらに、その移動平均計数率を前記工学値に変換して出力する第2のノイズ処理を実行させる。前記第1のノイズ処理を実行した回数をリセットして一連のノイズ処理を終了させる。

20

【0058】

第1の平均実計数値が前記許容範囲を逸脱した場合は、許容範囲を逸脱した実計数値(今回)を、実計数値(今回)と直前かつ前記許容範囲にある第2の平均実計数値でそれぞれ置き換えて前記移動平均計数率を求める。その移動平均計数率を前記工学値に変換して出力する第3のノイズ処理を実行させる。前記第1のノイズ処理を実行した回数をリセットして一連のノイズ処理を終了させる。前記設定回数以内に前記実計数値が許容範囲に復帰しない場合は、ノイズ処理をスキップさせて通常処理を実行させる。前記実計数値が許容範囲に復帰したら第1のノイズ処理を実行した回数をリセットして、ノイズ処理のスキップをリセットするようにしたものである。

【0059】

したがって、この発明に係る放射線測定装置は、放射線が入射すると電流信号を出力する放射線検出器と、放射線検出器が出力した電流信号を電圧信号に変換し、この電圧信号を基にして矩形波パルスを形成する第1の変換ユニットと、第1の変換ユニットが変換した電圧信号をサンプリングして、デジタル電圧データを出力する第2の変換ユニットと、第1の変換ユニットが形成した矩形波パルスを計数する計数ユニットと、第2の変換ユニットが出力したデジタル電圧データと計数ユニットが出力した矩形波パルスの計数値から積算計数値を求め、今回演算周期の積算計数値(今回)と前回演算周期の積算計数値(前回)との差から実計数値(今回)を求めて記憶する演算ユニットと、演算ユニットが演算した結果を表示する表示ユニットと、を備え、演算ユニットは、演算周期毎に、実計数値(今回)と積算計数値(前回)を読み込み、この読み込んだ実計数値(今回)が許容範囲に収まっているかどうかを判断し、実計数値(今回)が許容範囲に収まっていると判断した場合は、許容範囲逸脱回数がゼロかどうかを判断し、許容範囲逸脱回数がゼロであると判断した場合は、通常処理を実行し、実計数値(今回)が許容範囲に収まっていないと判断した場合は、許容範囲逸脱回数に1を加算し、さらにこの加算された許容範囲逸脱回数が1かどうかを判断し、加算された許容範囲逸脱回数が1であると判断した場合は、積算計数値(前回)を、実計数値が許容範囲を逸脱する直前の積算計数値として記憶し、さらに第1のノイズ処理を実行し、加算された許容範囲逸脱回数が1ではないと判断した場合は、この許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっているかどうかを判断し、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていないと判断した場合は、通常処理を実行し、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていると判断した場合は、第1のノイズ処理を実行し、通常処理は、積算計数値(今回)を含む実計数値データ列から移動平均計数率(今回)を求め、この求

30

40

50

められた移動平均計数率（今回）を工学値に変換して出力する処理を含んでおり、第1のノイズ処理は、前回演算周期の工学値を今回演算周期の工学値として出力する処理を含んでいる、ことを特徴とする。

【0060】

また、この発明に係る放射線測定装置において、演算ユニットは、許容範囲逸脱回数がゼロでないと判断した場合は、この許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっているかどうかを判断し、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていないと判断した場合は、通常処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、許容範囲逸脱回数が許容回数に収まっていると判断した場合は、積算計数値（前回）から第1のノイズ処理直前の演算周期の積算計数値を減算し、この差分を許容範囲逸脱回数に1を加えた数で除して第1の平均実計数値を求め、この求められた第1の平均実計数値が許容範囲に収まっているかどうかを判断し、第1の平均実計数値が許容範囲に収まっていると判断した場合は、第2のノイズ処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、第2のノイズ処理は、許容範囲を逸脱している実計数値を第1の平均実計数値で置き換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動平均計数率（今回）を工学値に変換して出力する処理を含んでいる、ことを特徴とする。

10

【0061】

また、この発明に係る放射線測定装置において、演算ユニットは、第1の平均実計数値が許容範囲に収まっていないと判断した場合は、第3のノイズ処理を実行し、さらに許容範囲逸脱回数をリセットし、第3のノイズ処理は、実計数値（今回）と許容範囲にある直近の実計数値を平均して第2の平均実計数値を求め、許容範囲を逸脱している実計数値をこの第2の平均実計数値で置き換え、置き換え後の実計数値データ列に基づいて移動平均計数率（今回）を求め、この求められた移動平均計数率を工学値に変換して出力する処理を含んでいる、ことを特徴とする。

20

【0062】

実施の形態2.

実施の形態2に係わる放射線測定装置100について、図8、図14、図15および図16に基づいて説明する。実施の形態2に係わる放射線測定装置100は、基本的に図8に示したフローチャートにしたがって動作する。実施の形態2では、図14のフローチャートのように、実施の形態1の図8のフローチャートにおけるS06とS07の間にS061の処理を追加している。S06の判定がYesの場合には、S061で「Q=1」と「年月日時刻」を記憶しておく。同様に、図15のフローチャートのように、図8のフローチャートのS14とS16の間に、S141の処理を追加している。S141で、「D2終了」と「年月日時刻」を記憶しておく。

30

【0063】

また、図16のフローチャートのように、図8のフローチャートのS15とS16の間に、S151の処理を追加している。S151で、「D3終了」と「年月日時刻」を記憶しておく。表示ユニット6からリクエストすることにより、それらの記憶している内容を表示ユニット6に表示させるようにしている。放射線検出器1が電離箱の場合、ノイズの侵入期間から、電氣的ノイズなのか自己汚染線ノイズなのかを推定できるようになる。

40

【0064】

放射線測定装置の定期点検時には、必要に応じて接地線接続箇所の接触抵抗等のノイズ原因調査を計画している。これらの情報を、ノイズ原因調査を効率的に行うための保守情報として役立てることができる。前記ノイズ処理手段は、前記第1のノイズ処理開始の年月日時刻、前記第2のノイズ処理実行の年月日時刻、前記第3のノイズ処理実行の年月日時刻をそれぞれ記憶しておき、前記工学値演算処理手段はリクエストによりそれら年月日時刻を表示する。

【0065】

実施の形態3.

実施の形態3に係わる放射線測定装置100について、図8、図17および図18に基

50

づいて説明する。実施の形態3に係わる放射線測定装置100は、基本的に図8に示したフローチャートにしたがって動作する。なお、実施の形態3は、図17のフローチャートのように、実施の形態2の図15のフローチャートにおけるS141とS16の間にS142を追加している。S142では、ノイズ処理(D2)の回数を積算して、D2処理の積算回数を記憶している。同様に図18のフローチャートのように、図16のフローチャートのS151とS16の間にS152を追加している。S152では、ノイズ処理(D3)の回数を積算して、D3処理の積算回数を記憶している。

【0066】

表示ユニット6からリクエストすることにより、それらの記憶している内容は表示ユニット6に表示させるようにしている。放射線測定装置の状態に関する情報を提供することで保守性が更に向上する。前記ノイズ処理手段は、前記第2のノイズ処理実行の積算回数及び前記第3のノイズ処理実行の積算回数をそれぞれ記憶しておき、前記工学値演算処理手段はリクエストによりその積算回数を表示するようにしたことを特徴とする。

10

【0067】

実施の形態4.

実施の形態4に係わる放射線測定装置100について、図8および図19に基づいて説明する。なお、実施の形態4は、図19のフローチャートのように、実施の形態1におけるS01とS02の間にS011を追加している。S011では、実計数値(今回)ノイズ処理スキップ切替計数値かどうかを判定している。S011の判定がNoならば、低放射線状態と判断し、S02に進む。S011の判定がYesならば、高放射線状態と判断し、S04に進む。S04では、通常処理(D0)を実行し、S01に戻る。したがって、ノイズ処理手段は、今回演算周期の実計数値が設定された値(ノイズ処理スキップ切替計数値)を超えたら、全てのノイズ処理をスキップする。

20

【0068】

ノイズ処理を期待しない高放射線状態では、鋸波状パルスの繰り返し周波数が高くなる。鋸波の傾斜が急峻になり、電圧値(デジタル変換された電圧データ)に基づく1カウント未満の計数値c(今回)が無視できる状態が発生する。高放射線状態ではノイズ処理をスキップさせることにより、アナログ/デジタル変換ユニット4は、電荷積分部21の出力(鋸波状パルスの電圧)を読み込むタイミングがノイズ処理機能の誤動作を誘発するリスクを回避できるようになる。その結果、測定レンジの上限に亘って、信頼性の高い放射線測定装置が得られる。

30

【0069】

なお、本発明は、その発明の範囲内において、実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0070】

この発明は、上述したように、放射線検出器からの電流信号に基づく鋸波電圧の基本波形に、ノイズ電流による電圧突変が重畳された測定データを第1~第3のノイズ処理を実行することにより、ノイズ電流による指示変動を抑制するようにした放射線測定装置であり、原子力発電所、核燃料再処理施設、放射線利用施設、及びそれらの施設周辺等に設置される、空間の線量率等を測定するための放射線測定装置として利用可能である。

40

【符号の説明】

【0071】

1 放射線検出器、2 電流/電圧・周波数変換ユニット、21 電荷積分部、211 コンデンサ、212 オペアンプ、22 電圧比較部、23 電荷放電部、231 定電流源、24 矩形波パルス出力部、3 計数ユニット、4 アナログ/デジタル変換ユニット、5 演算ユニット、5a マイクロプロセッサ、51 実計数値算出部、52 実計数値メモリ、53 ノイズ処理部、54 移動平均計数率算出部、55 工学値変換部、6 表示ユニット、7 パイアス電源ユニット、100 放射線測定装置、PL 許容下限値、PU 許容上限値、

50

【図1】

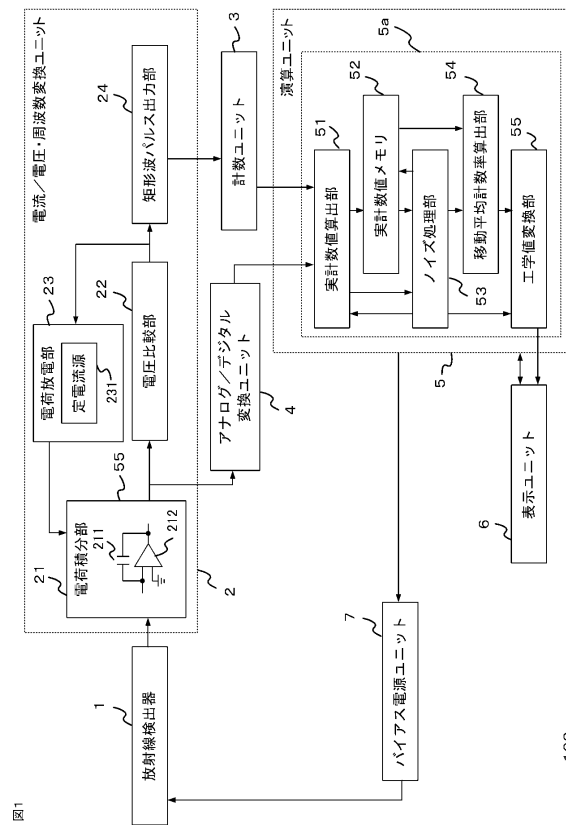


図1

【図2】

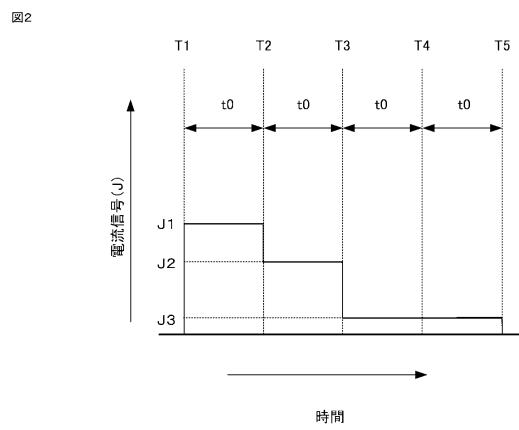
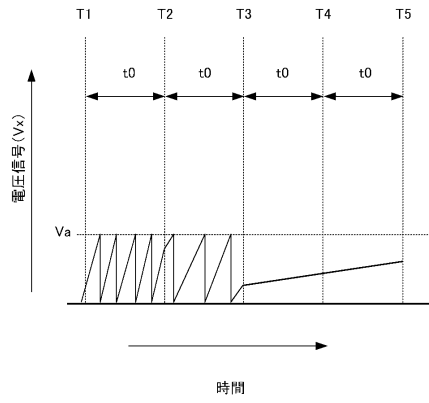


図2

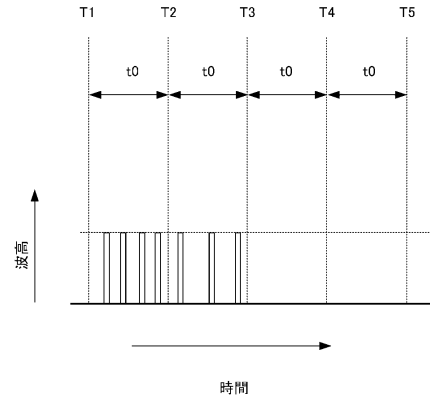
【 図 3 】

図3



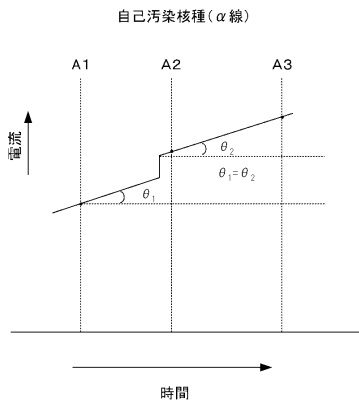
【 図 4 】

図4



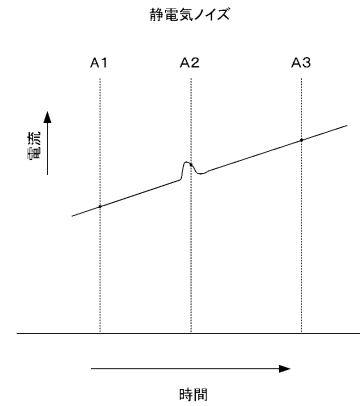
【 図 5 】

図5



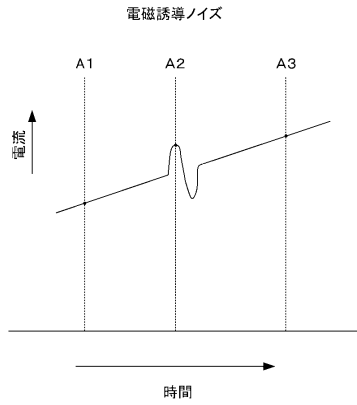
【 図 6 】

図6



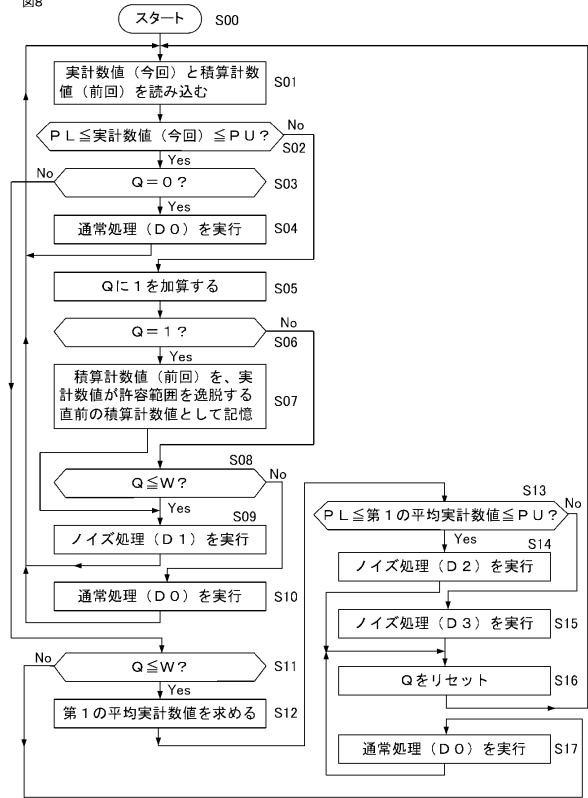
【図7】

図7



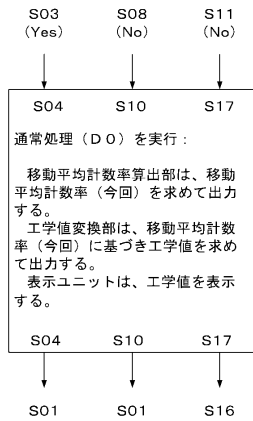
【図8】

図8



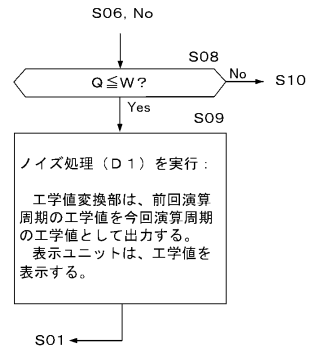
【図9】

図9



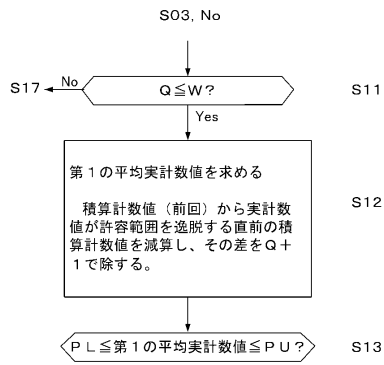
【図10】

図10



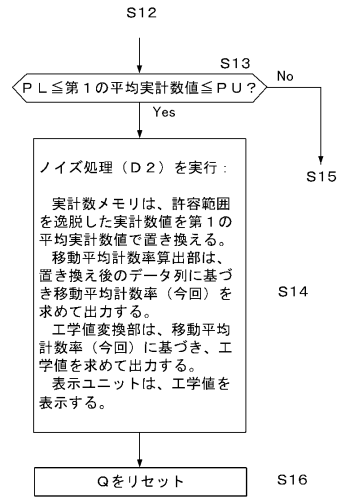
【図 1 1】

図11



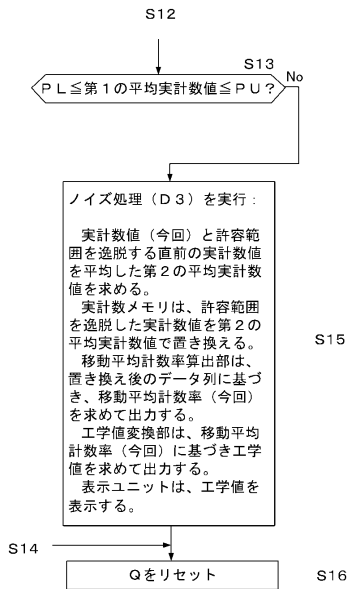
【図 1 2】

図12



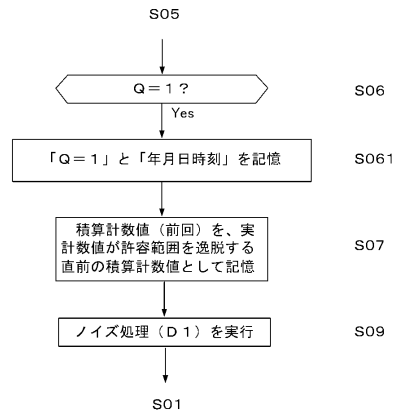
【図 1 3】

図13



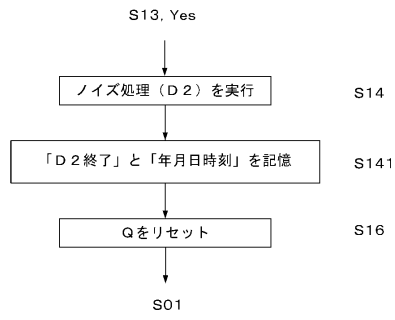
【図 1 4】

図14



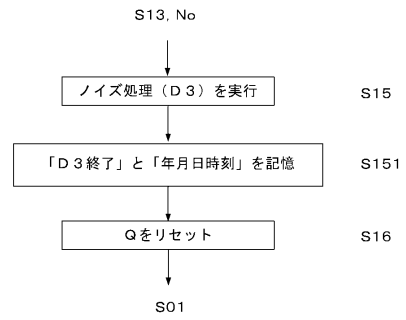
【図 15】

図15



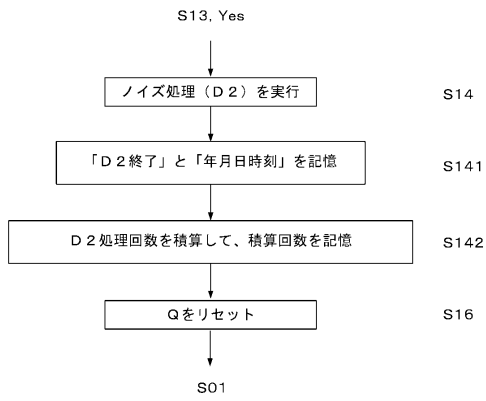
【図 16】

図16



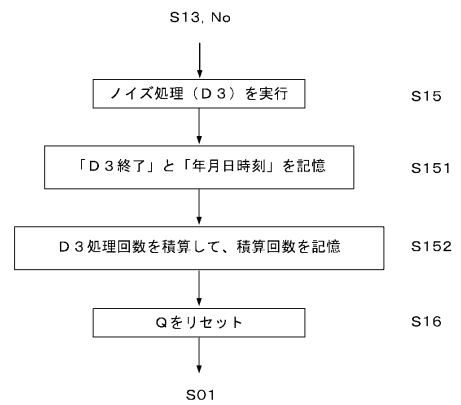
【図 17】

図17



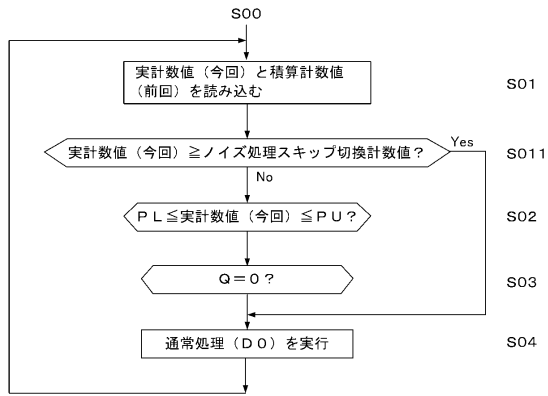
【図 18】

図18



【図 19】

図19



フロントページの続き

審査官 藤原 伸二

(56)参考文献 特開2014-112052(JP,A)
特開平10-239440(JP,A)
特開2003-057354(JP,A)
特開平10-282241(JP,A)
特開2013-113648(JP,A)
特開2012-013611(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0114596(US,A1)
米国特許出願公開第2014/0312228(US,A1)
米国特許出願公開第2011/0147597(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01T 1/00-1/16
G01T 1/167-7/12
G01R 19/00