

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4131912号
(P4131912)

(45) 発行日 平成20年8月13日 (2008. 8. 13)

(24) 登録日 平成20年6月6日 (2008. 6. 6)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 T 1/17 (2006.01)

G O 1 T 1/17

A

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-397485 (P2001-397485)
 (22) 出願日 平成13年12月27日 (2001. 12. 27)
 (65) 公開番号 特開2003-194948 (P2003-194948A)
 (43) 公開日 平成15年7月9日 (2003. 7. 9)
 審査請求日 平成16年6月25日 (2004. 6. 25)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100078765
 弁理士 波多野 久
 (74) 代理人 100078802
 弁理士 関口 俊三
 (72) 発明者 山田 真史
 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
 府中事業所内
 (72) 発明者 泉 幹雄
 神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株
 式会社東芝 浜川崎工場内

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】

放射線を検出する放射線検出手段と、検出された放射線のエネルギーを算出する検出エネルギー算出手段と、検出された放射線のエネルギーの算出結果に重み付け演算を行い、入射した放射線のエネルギーを算出する入射エネルギー算出手段と、所定時間の入射エネルギーを積算する積算手段とを具備する放射線測定装置において、

入射する放射線の検出効率と時定数との積が所定の一定値となる複数のフィルタを有し、前記複数のフィルタはそれぞれ異なる時定数を有し、測定の際、前記入射エネルギー算出手段が入射する放射線のエネルギーを算出した結果に基づいて入射する放射線の測定に適した時定数を有する一のフィルタを選択するように構成されるフィルタ回路をさらに備えることを特徴とする放射線測定装置。

10

【請求項 2】

前記フィルタは、その出力は放射線が入射してからの経過時間の関数で表され、当該関数を経過時間まで積分して得られた値がフィルタ出力と同一となるように構成されることを特徴とする請求項 1 記載の放射線測定装置。

【請求項 3】

前記フィルタ回路は、アナログフィルタおよびデジタルフィルタの少なくとも一方で形成されることを特徴とする請求項 1 記載の放射線測定装置。

【請求項 4】

それぞれ異なる時定数を有する複数個の前記フィルタ回路と、

20

放射線強度の変化を監視する放射線強度監視手段と、
前記放射線強度監視手段が監視した放射線強度の変化に応じて前記フィルタ回路の中から最適の一のフィルタ回路を選択するフィルタ回路選択手段とを備えることを特徴とする
請求項 1 記載の放射線測定装置。

【請求項 5】

それぞれ異なる時定数を有する複数の前記フィルタ回路と、
放射線強度の変化を監視する放射線強度監視手段と、
前記放射線強度監視手段が監視した放射線強度の変化に応じて前記フィルタ回路の出力を重み付けして出力するフィルタ回路重み付け演算手段とを備えることを特徴とする
請求項 1 記載の放射線測定装置。

10

【請求項 6】

前記放射線強度監視手段は、入射した放射線強度と計数率との関係から計数率の変化を監視し、放射線強度の変化を算出すること
を特徴とする請求項 4 または 5 記載の放射線測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は放射線測定装置に係わり、特に放射線の線量当量の出力安定化を図った放射線測定装置に関する。

【0002】

20

【従来の技術】

従来の放射線測定装置 1 は図 1 2 に示すように構成されている。この放射線測定装置 1 およびこの放射線測定装置 1 を用いた放射線の線量当量の算出について説明する。

【0003】

従来、放射線測定装置 1 は、放射線を検出する放射線検出手段と、検出された放射線のエネルギーを算出する検出エネルギー算出手段と、検出された放射線エネルギーから重み付け演算を行い、入射した放射線のエネルギーを算出する入射エネルギー算出手段と、所定時間の入射エネルギーを積算する積算手段とを具備する。

【0004】

放射線測定装置 1 を用いて、放射線の線量当量を算出する場合、入射する放射線のエネルギーに応じた重み付け演算を行うことで、放射線の線量当量は算出される。放射線測定装置 1 に入射した放射線は、放射線検出手段としての放射線検出器 2 で検出され、検出した放射線に応じた電気信号を出力する。出力された電気信号は、検出エネルギー算出手段としてのプリアンプ 3 および波高分析器 4 で増幅および波高分析、波高弁別される。波高弁別された電気信号は、入射エネルギー算出手段としての重み付け演算器 5 で、波高、すなわち、エネルギーに応じて重み付け演算される。この重み付け演算によって、入射エネルギーが算出される。重み付け演算された電気信号は、積算手段としての積算器 6 で所定時間、積算され、放射線測定装置 1 から出力される。

30

【0005】

放射線検出器 2 が検出する放射線のエネルギーは、入射する放射線のエネルギーと必ずしも一致しない。これは、放射線検出器 2 が必ずしも入射してきた放射線のエネルギーに対して 100% 検出できるとは限らないからである。入射してきた放射線のエネルギーに対して放射線エネルギーを検出する確率（以下、検出効率とする）は、エネルギーの高低で変化する。従って、入射した放射線エネルギーの算出時は、放射線検出器 2 で検出したエネルギーに応じて、すなわち、検出効率に応じた重み付け演算が必要となる。

40

【0006】

また、放射線検出効率は、放射線のエネルギーが高くなるに伴い、低下する。これは、放射線のエネルギーが高くなるに伴い、放射線の物質透過率が上昇するためである。このため、放射線測定装置 1 の検出可能な放射線エネルギーの範囲を広くする程、放射線検出器 2 の体積、特に、放射線検出器 2 が有する放射線センサの放射線入射方向に対する長さが必要に

50

なる。換言すれば、放射線検出器 2 の体積が大きい程、高いエネルギーを有する放射線に対しての出力が安定する。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図 1 2 に示される放射線測定装置 1 において、装置小型化、コンパクト化等の要求により、放射線検出器 2 の体積が小さい場合、すなわち、放射線センサが放射線入射方向に対して短い場合、測定対象とする放射線エネルギー範囲内であっても、全ての放射線を検出することが困難となる。例えば、放射線検出器 2 の検出効率は、測定対象とする放射線エネルギー範囲内において、最低エネルギーでは、ほぼ 1 0 0 % 検出されるが、最高エネルギーでは 1 % 程度になることがある。

10

【 0 0 0 8 】

入射した放射線のエネルギーを算出する重み付け演算は、検出したエネルギーに応じた検出効率が加味される。従って、前記のように、測定対象とする放射線エネルギー範囲内において、放射線検出器 2 が最低エネルギーでは、ほぼ 1 0 0 %、最高エネルギーでは 1 % 程度の検出効率の場合、最高エネルギー側の放射線の重み付けが、最低エネルギー側の放射線の重み付けに対して数桁程度大きくなる。このため、最高エネルギー側の放射線が入射した時には、放射線測定装置 1 の出力が不安定になってしまう。

【 0 0 0 9 】

放射線測定装置 1 の出力は、積算器 6 での積算時間を長くすることで、安定させることができるが、積算時間を長くすると応答速度が損なわれてしまう。このように、放射線測定装置 1 の出力安定化と応答速度はトレードオフの関係となっている。

20

【 0 0 1 0 】

本発明は上述した事情を考慮してなされたもので、放射線検出器の小型化要求および応答速度を犠牲にすることなく、安定した出力を得られる放射線測定装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る放射線測定装置は、上述した課題を解決するために、請求項 1 記載のように、放射線を検出する放射線検出手段と、検出された放射線のエネルギーを算出する検出エネルギー算出手段と、検出された放射線のエネルギーの算出結果に重み付け演算を行い、入射した放射線のエネルギーを算出する入射エネルギー算出手段と、所定時間の入射エネルギーを積算する積算手段とを具備する放射線測定装置において、入射する放射線の検出効率と時定数との積が所定の一定値となる複数のフィルタを有し、前記複数のフィルタはそれぞれ異なる時定数を有し、測定の際、前記入射エネルギー算出手段が入射する放射線のエネルギーを算出した結果に基づいて入射する放射線の測定に適した時定数を有する一のフィルタを選択するように構成されるフィルタ回路をさらに備えることを特徴とする。

30

【 0 0 1 3 】

このような放射線測定装置は、応答速度を損なうことなく安定した出力を得ることができる。

【 0 0 1 4 】

40

また、上述した課題を解決するために、本発明に係る放射線測定装置は、請求項 2 に記載のように、前記 フィルタが、その出力は放射線が入射してから経過時間の関数で表され、当該関数を経過時間まで積分して得られた値がフィルタ出力と同一となるように構成されることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

このような放射線測定装置は、出力を応答要求に適した経過時間の関数で出力することにより複雑な応答要求を満たすことができる。

【 0 0 1 6 】

さらに、上述した課題を解決するために、本発明に係る放射線測定装置は、請求項 3 に記載のように、前記 フィルタ回路が、アナログフィルタおよびデジタルフィルタの少な

50

くとも一方で形成されることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

このような放射線測定装置は、入射したエネルギーの放射線検出効率に応じた時定数のアナログフィルタを複数設けることで検出効率に応じた時定数のフィルタを容易に実現できる。また、入射したエネルギーの放射線検出効率に応じたデジタルフィルタを設けることで検出効率に応じた時定数のフィルタを実現できると共に、フィルタの変更等を容易化できる。

【 0 0 1 8 】

一方、上述した課題を解決するために、本発明に係る放射線測定装置は、請求項 4 に記載したように、それぞれ異なる時定数を有する複数の前記フィルタ回路と、放射線強度の変化を監視する放射線強度監視手段と、前記放射線強度監視手段が監視した放射線強度の変化に応じて前記フィルタ回路の中から最適な一のフィルタ回路を選択するフィルタ回路選択手段とを備えることを特徴とする。

10

【 0 0 1 9 】

このような放射線測定装置は、フィルタ回路選択手段にてフィルタ回路群の中から適切なフィルタ回路を選択することによって、放射線場の変化に対しても、単一のフィルタ回路では実現できない安定した出力を実現することができる。

【 0 0 2 0 】

また、上述した課題を解決するために、本発明に係る放射線測定装置は、請求項 5 に記載したように、それぞれ異なる時定数を有する複数の前記フィルタ回路と、放射線強度の変化を監視する放射線強度監視手段と、前記放射線強度監視手段が監視した放射線強度の変化に応じて前記フィルタ回路の出力を重み付けして出力するフィルタ回路重み付け演算手段とを備えることを特徴とする。

20

【 0 0 2 1 】

このような放射線測定装置は、異なる時定数のフィルタ群の出力を、放射線場の変化に応じて複数のフィルタ出力を重み付けして出力することにより、単一のフィルタでは実現できない安定した出力を実現することができる。

【 0 0 2 2 】

さらにまた、上述した課題を解決するために、本発明に係る放射線測定装置は、請求項 6 に記載したように、前記放射線強度監視手段は、入射した放射線強度と計数率との関係から計数率の変化を監視し、放射線強度の変化を算出することを特徴とする。

30

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る放射線測定装置の実施形態について添付図面を参照して説明する。

【 0 0 2 4 】

[第 1 実施形態]

本発明に係る放射線測定装置の第 1 実施形態を図 1 ～ 3 を参照して説明する。

【 0 0 2 5 】

図 1 は、本発明に係る放射線測定装置 10 の第 1 実施形態を示す構成概要図である。この放射線測定装置 10 は、放射線の線量当量を測定する際、入射された放射線を放射線検出手段としての放射線検出器 11 で検出し、検出エネルギー算出手段 12 で検出した放射線のエネルギーを算出する。検出した放射線のエネルギーの算出結果から入射エネルギー算出手段 13 で入射した放射線のエネルギーが算出される。入射した放射線のエネルギーの算出結果は、出力安定化手段 14 を介して、積算手段としての積算器 15 に入力される。積算器 15 は、入射された放射線エネルギーを所定時間積算して、入射した放射線の線量当量を算出する。放射線測定装置 10 の出力は、入射エネルギー算出手段 13 と積算手段としての積算器 15 の間に出力安定化手段 14 を介することで、応答速度が損なわれることなく安定に出力される。

40

【 0 0 2 6 】

放射線測定装置 10 の各部を具体的に説明する。

50

【 0 0 2 7 】

放射線検出器 1 1 は、例えば、カドミウムテルライド (C d T e) およびカドミウムジ
ンクテルライド (C Z T) 等の放射線センサを有する。放射線検出器 1 1 に入射した放射線
は、放射線センサで検出され、検出した放射線のエネルギーに応じた電気信号に変換される
。

【 0 0 2 8 】

検出エネルギー算出手段 1 2 は、入力された電気信号の波高を求めることで、放射線測定装
置 1 0 に入力された放射線のエネルギーを算出する。このエネルギー算出手段 1 2 は、プリア
ンプ 1 7 と、波高分析器 1 8 とを備える。入力された電気信号はプリアンプ 1 7 で増幅さ
れ、波高分析器 1 8 で電気信号の波高分析および波高弁別が行われる。

10

【 0 0 2 9 】

入射エネルギー算出手段 1 3 は、電気信号の波高、すなわち、検出された放射線のエネルギ
に応じて、重み付け演算を行い、入射した放射線の算出を行う。重み付け演算は、入射エ
ネルギー算出手段 1 3 に備えられる重み付け演算器 1 9 で行われる。

【 0 0 3 0 】

図 2 を用いて、重み付け演算器 1 9 の重み付け演算を説明する。図 2 は、放射線の入射エ
ネルギーに対する検出効率および重み付け係数の関係を示す図である。

【 0 0 3 1 】

入射エネルギー E_1 、 E_2 、 E_3 ($E_1 < E_2 < E_3$) の放射線が入射した場合、入射エネ
ルギと検出効率 $e f$ との関係は、図 2 (A) のように、エネルギーの増加と共に低下してい
く関係にある。従って、放射線の入射エネルギーと線量当量演算のための重み付け係数 G (E) との関係は、図 2 (B) のように、検出効率の低下に伴って、重み付け係数を大きく
する。ここでは、 $G(E_3) < G(E_2) < G(E_1)$ として、重み付け演算がなされる
。

20

【 0 0 3 2 】

図 1 に示される出力安定化手段 1 4 は、第 1 のフィルタ回路 2 1 を備えている。この第 1
のフィルタ回路 2 1 は、入射した放射線の検出効率に応じた時定数、具体的には検出効率
が減少するに伴い、増加するような時定数を有する少なくとも 1 個以上、例えば 3 個のフ
ィルタ 2 2 , 2 3 , 2 4 を有し、これらのフィルタ 2 2 , 2 3 , 2 4 が並列に接続される
。また、これらのフィルタ 2 2 , 2 3 , 2 4 は、それぞれ時定数が異なり、 τ_1 , τ_2 , τ_3 の時定数を有する。出力安定化手段 1 4 は、入射エネルギー算出手段 1 3 で算出された
入射エネルギーの算出結果に基づき、3 個のフィルタのうち適切な時定数を有する 1 個のフ
ィルタを選択する。

30

【 0 0 3 3 】

第 1 のフィルタ回路 2 1 において、フィルタの 2 2 , 2 3 , 2 4 時定数 τ_1 , τ_2 , τ_3
は、例えば、各々の検出効率に反比例するように設定される。例えば、入射した放射線の
エネルギー E_1 , E_2 , E_3 に対する放射線の検出効率がそれぞれ $e f_1$, $e f_2$, $e f_3$
であり、選択されるフィルタがフィルタ 2 2 、フィルタ 2 3 、フィルタ 2 4 であるとする
。この時、フィルタ 2 2 , 2 3 , 2 4 の時定数 τ_1 , τ_2 , τ_3 は、各々の検出効率 $e f$
 $e f_1$, $e f_2$, $e f_3$ に対して反比例するように形成される。すなわち、フィルタ 2 2 , 2
3 , 2 4 の時定数 τ_1 , τ_2 , τ_3 は検出効率 $e f_1$, $e f_2$, $e f_3$ と、

40

【 数 1 】

$$\tau_1 \times e f_1 = \tau_2 \times e f_2 = \tau_3 \times e f_3$$

の関係を有するように形成される。

【 0 0 3 4 】

一方、第 1 のフィルタ回路 2 1 が備えるフィルタ 2 2 , 2 3 , 2 4 の出力特性について、
図 3 を用いて説明する。

【 0 0 3 5 】

図 3 は放射線測定装置 1 0 に放射線が入射してから経過時間とフィルタ出力との関係を
示す図である。図 3 によれば、フィルタ出力は入射エネルギー E の放射線が入射した時の重

50

み付け係数が $G(E)$ とすると、一定値 $G(E)/\tau(0 \leq t \leq \tau)$ に設定される。すなわち、放射線の入射エネルギー E_1, E_2, E_3 に対するフィルタ 22, 23, 24 の各々のフィルタ出力は、 $G(E_1)/\tau_1, G(E_2)/\tau_2, G(E_3)/\tau_3$ となる。

【0036】

積算器 15 は、出力安定化手段 14 から出力された放射線入射エネルギーを所定時間、積算した後、放射線測定装置 10 の出力として出力する。

【0037】

放射線測定装置 10 は検出効率に応じた時定数のフィルタ 22, 23, 24 を有する第 1 のフィルタ回路 21 を備える出力安定化手段 14 によって、線量当量算出の際に、検出効率の高い放射線に対しては早い応答、検出効率の低い放射線に対しては遅い応答が得られ、応答速度を損なうことなく、出力の安定状態を保持できる。

10

【0038】

第 1 実施形態によれば、放射線測定装置 10 の出力を安定させる出力安定化手段 14 として、検出効率に応じた時定数の異なるフィルタ 22, 23, 24 を並列に接続した第 1 のフィルタ回路 21 を備えることで、線量当量算出の際に、検出効率の高い放射線に対しては早い応答、検出効率の低い放射線に対しては遅い応答が得られる。従って、放射線測定装置 10 の応答速度を損なうことなく、安定した出力が得られる。

【0039】

[第 2 実施形態]

本発明に係る放射線測定装置の第 2 実施形態を図 4 ~ 7 を参照して説明する。

20

【0040】

図 4 にこの実施形態を示す放射線測定装置 10A の構成概要図を示す。図 4 に示される放射線測定装置 10A は、出力安定化手段 14A に第 2 のフィルタ回路 26 を備えている。この放射線測定装置 10A は、出力安定化手段 14A に第 2 のフィルタ回路 26 を備えている点以外は、図 1 に示される放射線測定装置 10 と異ならないので、放射線測定装置 10 と同じ構成部品には同じ符号を付して説明を省略する。

【0041】

図 4 に示される放射線測定装置 10A は、放射線の線量当量算出の際、図 1 に示される放射線測定装置 10 と同様に、放射線検出器 11 と、検出エネルギー算出手段 12 と、入射エネルギー算出手段 13 と、出力安定化手段 14A と、積算器 15 とを経て線量当量が出力される。

30

【0042】

出力安定化手段 14A は、第 2 のフィルタ回路 26 として、フィルタ出力が放射線の入射してから経過時間の関数（以下、フィルタ出力関数とする）で表されるように設定されたフィルタ 27, 28, 29 を有し、これらのフィルタ 27, 28, 29 が並列に接続される。

【0043】

図 5 に第 2 のフィルタ回路 26 が有するフィルタ 27 のフィルタ出力と放射線が入射からの経過時間との関係を示す。図 5 によれば、フィルタ 27 のフィルタ出力関数は、例えば、 $(G(E_1)/\tau_1) \times e^{-t/\tau_1} (0 \leq t)$ で表され、フィルタ 27 の時定数 τ_1 は、フィルタ 22 と同様に検出効率 e_{f1} に反比例した大きさに設定される。このように設定されたフィルタ 27 は、応答速度を損なうことなく、より複雑な応答要求を満たすことができる。尚、フィルタ 28, 29 においても、フィルタ 27 と同様にして、フィルタ出力関数および時定数が設定される。

40

【0044】

フィルタ出力が放射線の入射からの経過時間の関数で表され、フィルタの時定数が検出効率に反比例するように形成されたフィルタ 27, 28, 29 を有する第 2 のフィルタ回路 26 において、アナログフィルタおよびデジタルフィルタの少なくともどちらか一方で形成された第 2 のフィルタ回路 26 の具体例を図 6 および図 7 を用いて説明する。

【0045】

50

図 6 は、放射線測定装置 10 A の第 2 のフィルタ回路 26 において、RC フィルタ 27 A, 28 A, 29 A を適用した第 2 のフィルタ回路（以下、アナログフィルタ回路とする）26 A の構成概要図を示す。RC フィルタ 27 A は、少なくとも 1 個以上の抵抗（R）と、少なくとも 1 個以上のコンデンサ（C）とを有する回路であり、例えば、図 6 に示される RC フィルタ 27 A は、1 個の抵抗（R1）と、1 個のコンデンサ（C1）とを有する。この場合、RC フィルタ 27 A の時定数 $\tau 1$ は抵抗値 R1（ Ω ：オーム）とコンデンサ C1 の電荷容量値 C1（F：ファラド）との積、すなわち、 $R1 C1$ となるため、検出効率に応じたフィルタの時定数 $\tau 1$ を容易に設定できる。従って、RC フィルタ 27 A, 28 A, 29 A を有するアナログフィルタ回路 26 A は、検出効率に応じたフィルタの時定数 $\tau 1$, $\tau 2$, $\tau 3$ を容易に設定できる。

10

【0046】

一方、図 7 は、放射線測定装置 10 A の第 2 のフィルタ回路 26 において、デジタルフィルタ 27 B, 28 B, 29 B を適用した第 2 のフィルタ回路（以下、デジタルフィルタ回路とする）26 B の構成概要図を示す。デジタルフィルタ 27 B, 28 B, 29 B は、各々のフィルタパラメータを設定することで、フィルタ出力関数を自在に設定できる。従って、フィルタの設定だけではなく、フィルタの変更も容易化できる。

【0047】

第 2 実施形態によれば、放射線測定装置 10 A の出力を安定させる出力安定化手段 14 A として、フィルタ出力が放射線の入射してから経過時間の関数で表され、例えば、フィルタの時定数が検出効率に反比例するように形成されたフィルタ 27, 28, 29 を有する第 2 のフィルタ回路 26 を備えることで、線量当量算出の際に、応答速度を損なうことなく、より複雑な応答要求を満たすことができる。尚、フィルタ出力関数は上記のものに限定されない。フィルタ出力の最終値、すなわち、フィルタ関数を経過時間まで積分して得られる値がフィルタ出力と同一であれば、その他の指数関数、単調減少の 1 次関数等でも良い。

20

【0048】

また、第 2 のフィルタ回路 26 において、フィルタ 27, 28, 29 をアナログフィルタ 27 A, 28 A, 29 A を適用したアナログフィルタ回路 26 A で構成することで、例えば、検出効率に反比例するように形成された時定数のフィルタを容易に実現できる。一方、フィルタ 27, 28, 29 をデジタルフィルタ 27 B, 28 B, 29 B を適用したデジタルフィルタ回路 26 B で構成することで、例えば、検出効率に反比例するように形成された時定数のフィルタを容易に実現できると共にフィルタの変更等も容易化できる。

30

【0049】

[第 3 実施形態]

本発明の第 3 実施形態を図 8 ~ 図 10 を参照して説明する。

【0050】

図 8 に本実施形態を示す放射線測定装置 10 B の構成概要図を示す。放射線測定装置 10 B は出力安定化手段 14 B に第 3 のフィルタ回路 31 と、フィルタ回路選択手段 32 と、放射線強度監視手段 33 とを備える。この放射線測定装置 10 B は、出力安定化手段 14 B に第 3 のフィルタ回路 31 と、フィルタ回路選択手段 32 と、放射線強度監視手段 33 とを備える点以外は、図 1 に示される放射線測定装置 10 と異ならないので、放射線測定装置 10 と同じ構成部品には同じ符号を付して説明を省略する。

40

【0051】

図 8 に示される放射線測定装置 10 B は、入射する放射線の線量当量を算出する際、図 1 に示される放射線測定装置 10 と同様にして放射線の線量当量の算出を行う。この放射線測定装置 10 B は、放射線のエネルギーおよび強度の時間変化（以下、放射線場の変化とする）に対しても出力を安定させる出力安定化手段 14 B を備える。

【0052】

出力安定化手段 14 B に備えられる第 3 のフィルタ回路 31 は、異なる時定数を有する複

50

数個、例えば、２個の第１のフィルタ回路２１Ａ，２１Ｂとを備える。第１のフィルタ回路フィルタ２１Ｂのフィルタ２２Ｂ，２３Ｂ，２４Ｂの時定数は、第１のフィルタ回路フィルタ２１Ａのフィルタ２２Ａ，２３Ａ，２４Ａの時定数に対して各々 k （以下、この k を時定数倍率とする）倍に設定される。つまり、これらのフィルタの時定数をフィルタ２２Ａ，２３Ａ，２４Ａが τ_a ， τ_a' ， τ_a'' ，フィルタ２２Ｂ，２３Ｂ，２４Ｂが τ_b ， τ_b' ， τ_b'' （但し、 $a \neq b$ ）とすれば、フィルタ２２Ｂの時定数 $\tau_b = k \tau_a$ となり、フィルタ２３Ｂの時定数 $\tau_b' = k \tau_a'$ となる。尚、 k は０より大きい正の定数とする（但し、１を除く）。

【００５３】

図９に第１のフィルタ回路２１Ａ，２１Ｂが備えるフィルタ２２Ａ，２３Ａ，２４Ａおよび２２Ｂ，２３Ｂ，２４Ｂのフィルタ出力と時定数の関係を示す。

10

【００５４】

図９に例示される第１のフィルタ回路２１Ａ，２１Ｂのフィルタ出力と時定数の関係では、フィルタ２２Ｂ，２３Ｂ，２４Ｂの時定数が、フィルタ２２Ａ，２３Ａ，２４Ａの時定数よりも大きく設定されている。すなわち、時定数倍率 k は $k > 1$ で設定されている。

【００５５】

フィルタ回路選択手段３２は２個の第１のフィルタ回路２１Ａ，２１Ｂから放射線強度の変化に応じて、適切な時定数を有する第１のフィルタ回路２１Ａまたは第１のフィルタ回路２１Ｂを選択する。フィルタの選択手段３２は、放射線場の変化が大きい際には時定数の短いフィルタを有するフィルタ回路２１Ａを選択し、フィルタ回路２１Ａの中から入射した放射線エネルギーに対して最適な時定数のフィルタ１個を選択する。

20

【００５６】

一方、放射線場の変化が小さい際には時定数の長いフィルタを有するフィルタ回路２１Ｂを選択し、フィルタ回路２１Ｂの中から入射した放射線エネルギーに対して最適な時定数のフィルタ１個を選択する。

【００５７】

放射線強度監視手段３３は、放射線強度の変化を監視し、フィルタ回路選択手段３２がフィルタを選択するための情報、すなわち、放射線強度の変化の大小を判断する。

【００５８】

図１０を用いて放射線強度監視手段３３の放射線強度の変化の監視について説明する。図１０は放射線強度と入射した放射線の計数率との関係を示す説明図である。放射線強度監視手段３３は、入射した放射線の計数率と放射線強度の関係をあらかじめ求めておき、得られた計数率の変化から放射線強度の変化を算出する。

30

【００５９】

第３実施形態によれば、放射線測定装置１０Ｂの出力を安定させる出力安定化手段１４Ｂとして、例えば、フィルタ出力が検出効率に反比例するように形成されたフィルタを有する第１のフィルタ回路２１を異なる時定数倍率に設定し、複数個を並列接続して備える第３のフィルタ回路３１と、放射線強度の変化に対して適切な時定数のフィルタ回路を選択するフィルタ回路選択手段３２と、放射線強度の変化の大小を監視する放射線強度監視手段３３とを備えることで、線量当量算出の際に放射線場の変化に対しても入力に対して追従の良い出力を実現し、応答速度を損なうことなく、安定した出力が得られる。

40

【００６０】

[第４実施形態]

本発明の第４実施形態を図１１を参照して説明する。図１１に本実施形態を示す放射線測定装置１０Ｃの構成概要図を示す。放射線測定装置１０Ｃは、出力安定化手段１４Ｃに第３のフィルタ回路３１と、放射線強度監視手段３３と、フィルタ回路重み付け演算手段３５とを備えている。

【００６１】

放射線測定装置１０Ｃは、出力安定化手段１４Ｃに第３のフィルタ回路３１と、放射線強度監視手段３３と、フィルタ回路重み付け演算手段３５とを備える点以外は、図１に示さ

50

れる放射線測定装置 10 と異なる。また、出力安定化手段 14 C は、図 8 に示される放射線測定装置 10 B が備える出力安定化手段 14 B に対して、フィルタ回路選択手段 32 ではなく、フィルタ回路重み付け演算手段 35 を備える点以外は異なる。このため、放射線測定装置 10 および放射線測定装置 10 B と同じ構成部品には同じ符号を付して説明を省略する。

【0062】

図 10 に示される放射線測定装置 10 C は、第 3 の実施形態を示す放射線測定装置 10 B と同様に放射線場の変化に対しても出力を安定させる出力安定化手段 14 C を備える。

【0063】

出力安定化手段 14 C は入射エネルギー算出手段 13 からの出力を第 3 のフィルタ回路 31 を通して、フィルタ回路重み付け演算手段 35 に入力し、重み付け演算後、積算手段としての積算器 15 へ出力する。

10

【0064】

フィルタ回路重み付け演算手段 35 は、第 3 のフィルタ回路 31 が備える 2 個の第 1 のフィルタ回路 21 A, 21 B の両方からの出力が入力される。フィルタ回路重み付け演算は、第 1 のフィルタ回路 21 A の出力と、第 1 のフィルタ回路 21 B の出力とを両者の加算比率を可変させて加算することで行う。また、2 個の第 1 フィルタ回路 21 A, 21 B に対する加算比率は合計で 100% に設定され、第 3 のフィルタ回路 31 の入力値と出力値が同じとなるよう形成される。

【0065】

20

2 個の第 1 フィルタ回路 21 A, 21 B の加算比率は、放射線強度監視手段 33 で監視している放射線強度の変化の大小に応じて変化させる。より具体的には、第 3 のフィルタ回路 31 が備える 2 個の第 1 のフィルタ回路 21 A, 21 B に対し、放射線場の変化が大きい際には時定数の短いフィルタを有するフィルタ回路 21 A の加算比率を、例えば 90% と大きくし、他方のフィルタ回路 21 B の加算比率を、例えば 10% と小さくする。一方、放射線場の変化が小さい際には時定数の長いフィルタを有するフィルタ回路 21 B の加算比率を、例えば 90% と大きくし、他方のフィルタ回路 21 A の加算比率を、例えば 10% と小さくする。

【0066】

図 10 に示される放射線測定装置 10 C は、出力安定化手段 14 C のフィルタ回路重み付け演算手段 35 で第 3 のフィルタ回路 31 に備えられるフィルタ回路 21 A, 21 B の加算比率を変化させることで、線量当量算出の際に、放射線場の変化に対しても入力に対して追従の良い出力を実現し、応答速度を損なうことなく、安定した出力が得られる。

30

【0067】

第 4 実施形態によれば、放射線測定装置 10 C の出力を安定させる出力安定化手段 14 C として、フィルタ出力が検出効率に反比例するように形成されたフィルタを有する第 1 のフィルタ回路 21 を異なる時定数倍率に設定し、複数個を並列接続して備える第 3 のフィルタ回路 31 と、放射線強度の変化の大小を監視する放射線強度監視手段 33 と、放射線場の変化に対して複数の第 1 のフィルタ回路に重み付けを行うフィルタ回路重み付け演算手段 35 とを備えることで、線量当量算出の際に、放射線場の変化に対しても入力に対して追従の良い出力を実現し、応答速度を損なうことなく、安定した出力が得られる。

40

【0068】

【発明の効果】

上述したように、本発明に係る放射線測定装置では、出力安定化手段を備え、この出力安定化手段として、入射する放射線の検出効率に応じた時定数を有し、出力が一定値のフィルタを有する第 1 のフィルタ回路を設けることで、放射線の線量当量算出の際に、放射線検出器の小型化要求および応答速度を犠牲にすることなく安定した出力が得られる。

【0069】

また、前記出力安定化手段として、フィルタ出力が放射線の入射してからの経過時間との関数で表わされるフィルタを有する第 2 のフィルタ回路を設けることで、線量当量算出の

50

際に多様な応答を実現し、かつ、放射線検出器の小型化要求および応答速度を犠牲にすることなく安定した出力が得られる。一方、第2のフィルタ回路をアナログフィルタおよびデジタルフィルタの少なくとも一方を有する構成とすることで、フィルタ出力の多様な応答の実現およびフィルタの変更が容易となる。

【0070】

さらに、前記出力安定化手段として、複数の第1のフィルタ回路を有する第3のフィルタ回路と、フィルタ回路選択手段と、放射線強度監視手段とを設けることで、線量当量算出の際に放射線場の変化に対しても入力に対して、追従の良い出力を実現し、放射線検出器の小型化要求および応答速度を犠牲にすることなく安定した出力が得られる。尚、フィルタ選択回路の代わりにフィルタ回路重み付け演算手段を用いても同様の効果が得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す放射線測定装置の構成概要図。

【図2】(A)は放射線の入射エネルギーと検出効率との関係を示す説明図、(B)は放射線の入射エネルギーと重み付け係数との関係を示す説明図。

【図3】(A)は放射線の入射エネルギーE1で適用されるフィルタの場合、(B)は放射線の入射エネルギーE2で適用されるフィルタの場合、(C)は入射した放射線の入射エネルギーE3で適用されるフィルタの場合における放射線が入射してからの経過時間とフィルタ出力との関係を示す説明図。

【図4】本発明の第2実施形態を示す放射線測定装置の構成概要図。

【図5】本発明の第2実施形態を示す放射線測定装置に備えられる第2のフィルタ回路のフィルタにおいてフィルタ出力と経過時間の関係を示す説明図。

20

【図6】アナログフィルタを適用した第2のフィルタ回路の構成概要図。

【図7】デジタルフィルタの適用した第2のフィルタ回路の構成概要図。

【図8】本発明の第3実施形態を示す放射線測定装置の構成概要図。

【図9】本発明の第3実施形態を示す放射線測定装置に備えられる第3フィルタ回路において、並列接続されたフィルタ回路のフィルタ出力と経過時間の関係を示す説明図。

【図10】放射線強度と計数率の関係を示す説明図。

【図11】本発明の第4実施形態を示す放射線測定装置の構成概要図。

【図12】従来の放射線測定装置の構成概要図。

【符号の説明】

30

10 放射線測定装置

11 放射線検出器(放射線検出手段)

12 検出エネルギー算出手段

13 入射エネルギー算出手段

14 出力安定化手段

15 積算器(積算手段)

17 プリアンプ

18 波高分析器

19 重み付け演算器

21 第1のフィルタ回路

40

22 入射エネルギーE1に対して適用される時定数 τ_1 を有する出力一定のフィルタ

23 入射エネルギーE2に対して適用される時定数 τ_2 を有する出力一定のフィルタ

24 入射エネルギーE3に対して適用される時定数 τ_3 を有する出力一定のフィルタ

26 第2のフィルタ回路

27 入射エネルギーE1に対して適用される出力が入射してからの経過時間で変化するフィルタ

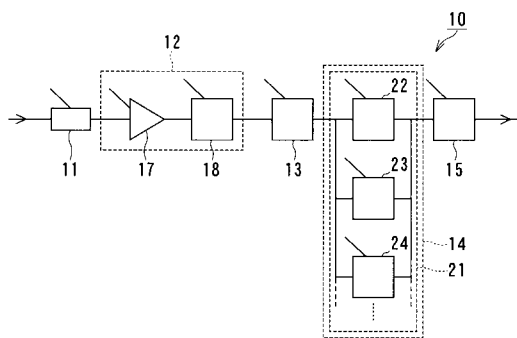
28 入射エネルギーE2に対して適用される出力が入射してからの経過時間で変化するフィルタ

29 入射エネルギーE3に対して適用される出力が入射してからの経過時間で変化するフィルタ

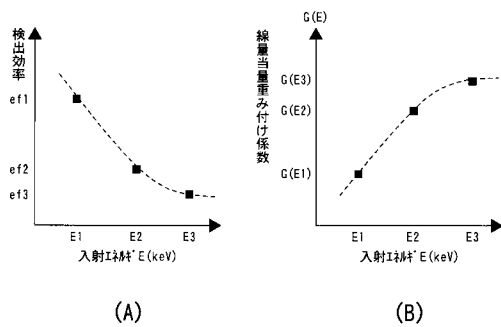
50

- 3 1 第3のフィルタ回路
- 3 2 フィルタ回路選択手段
- 3 3 放射線強度監視手段
- 3 5 フィルタ回路重み付け演算手段

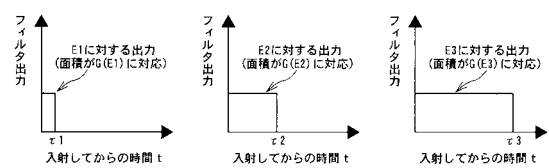
【図1】



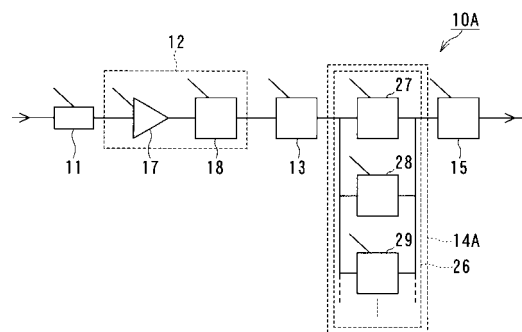
【図2】



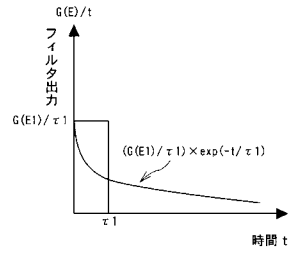
【図3】



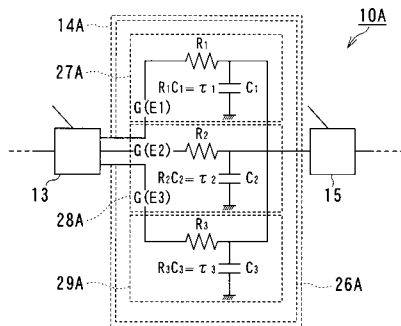
【図4】



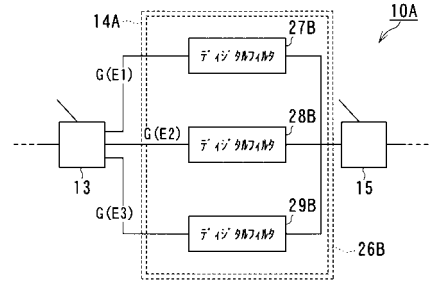
【図 5】



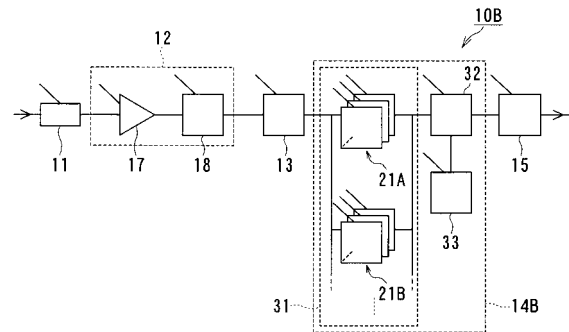
【図 6】



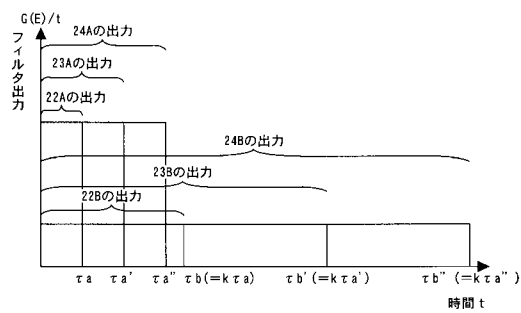
【図 7】



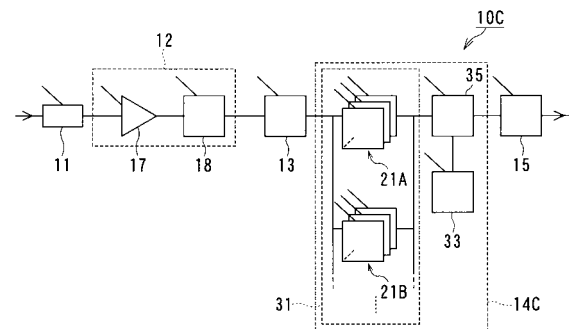
【図 8】



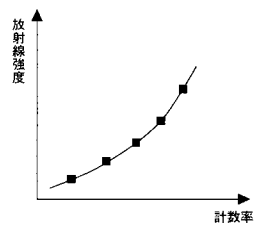
【図 9】



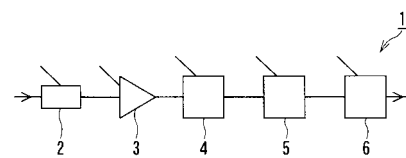
【図 11】



【図 10】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 前川 立行
神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株式会社東芝 浜川崎工場内
- (72)発明者 酒井 宏隆
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内
- (72)発明者 垂水 輝次
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

審査官 青木 洋平

- (56)参考文献 特開2001-215277(JP, A)
特表平11-510900(JP, A)
特開平10-221455(JP, A)
特開平04-309887(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01T 1/00-7/12