

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3807652号
(P3807652)

(45) 発行日 平成18年8月9日(2006.8.9)

(24) 登録日 平成18年5月26日(2006.5.26)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 T	1/17	(2006.01)	GO 1 T	1/17	D
GO 1 T	1/00	(2006.01)	GO 1 T	1/00	D
GO 1 T	1/167	(2006.01)	GO 1 T	1/167	Z
GO 1 T	1/178	(2006.01)	GO 1 T	1/178	

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平11-60843	(73) 特許権者	301032942
(22) 出願日	平成11年3月8日(1999.3.8)		独立行政法人放射線医学総合研究所
(65) 公開番号	特開2000-258538(P2000-258538A)		千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目9番1号
(43) 公開日	平成12年9月22日(2000.9.22)	(73) 特許権者	599031478
審査請求日	平成14年12月11日(2002.12.11)		柴田 貞夫
			千葉県柏市あけぼの4丁目10番18号
		(73) 特許権者	390029791
			アロカ株式会社
			東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号
		(74) 代理人	100075258
			弁理士 吉田 研二
		(74) 代理人	100096976
			弁理士 石田 純
		(72) 発明者	柴田 貞夫
			千葉県柏市あけぼの4丁目10番18号
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線測定装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射線を検出し、検出データを連続的に出力する放射線検出部と、
前記検出データを放射線エネルギーごとに弁別する弁別部と、
各放射線エネルギーごとに、時間的に隣接する検出データ $N(t-1, i)$ 及び $N(t, i)$ 間における差分演算を実行すると共に (但し、 $N(t, i)$ は放射線エネルギー i 、時刻 t の計数率)、その差分演算の結果を標準偏差 $A(t, i)^{1/2}$ で割る規格化演算を実行し (但し、 $A(t, i)^{1/2} = (N(t, i) + N(t-1, i)) / 2)^{1/2}$)、これにより規格化変動率 $F(t, i)$ を求めるデータ演算部と、

前記規格化変動率 $F(t, i)$ の経時変化を放射線エネルギーごとにグラフ表示する表示処理部と、

を含むことを特徴とする放射線測定装置。

【請求項2】

請求項1記載の装置において、
前記差分演算の結果は、 $N(t, i) - N(t-1, i)$ 又はその絶対値であることを特徴とする放射線測定装置。

【請求項3】

請求項1記載の装置において、
前記表示処理部は、第1軸を放射線エネルギー軸とし、第2軸を時間軸とし、第3軸を前記規格化変動率 $F(t, i)$ を表す軸とした三次元グラフを作成することを特徴とする放射

10

20

線測定装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の装置において、

前記表示処理部は、第 1 軸を放射線エネルギー軸とし、第 2 軸を時間軸とし、前記規格化変動率 $F(t, i)$ を輝度及び色相の少なくとも 1 つを利用して表した二次元グラフを作成することを特徴とする放射線測定装置。

【請求項 5】

請求項 1 記載の装置において、

前記表示処理部は、第 1 軸を放射線エネルギー軸又は時間軸とし、第 2 軸を前記規格化変動率 $F(t, i)$ を表す軸とした二次元グラフを作成することを特徴とする放射線測定装置

10

【請求項 6】

請求項 1 記載の装置において、

前記規格化変動率 $F(t, i)$ と所定のアラーム判定値とを比較してアラーム状態を判定するアラーム判定手段と、

前記アラーム状態が判定された場合にアラーム信号を出力するアラーム出力手段と、を含むことを特徴とする放射線測定装置。

【請求項 7】

放射線を検出して検出データを出力する工程と、

前記検出データを放射線エネルギーごとに弁別する工程と、

各放射線エネルギーごとに、時間的に隣接する検出データ $N(t-1, i)$ 及び $N(t, i)$ について、規格化変動率 $F(t, i)$ を、

20

$$F(t, i) = (N(t, i) - N(t-1, i)) / A(t, i)^{1/2} \quad \dots (1)$$

但し、 $N(t, i)$ は放射線エネルギー i 、時刻 t の計数率

$A(t, i)^{1/2}$ は標準偏差

$$[A(t, i)^{1/2} = (N(t, i) + N(t-1, i)) / 2]^{1/2}$$

により演算する工程と、

を含むことを特徴とする放射線測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30

【発明の属する技術分野】

本発明は放射線測定装置及び方法に関し、特に、環境放射線の測定を行ってその測定結果を表示する装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

放射線を利用する医療施設や原子力発電所などの放射線取扱施設においては、施設内やその周辺における環境放射線（例えば 線）のモニタリングが行われる。モニタリングされる 線の変動要因としては、施設からの放射線の影響以外に、降雨等によるラドン濃度の変化、非破壊検査での X 線や 線の利用、雷やレーダー等の電磁波による影響など、様々な要因が考えられる。それらの要因による変動が異常時の変動かを迅速かつ的確に判断することは、環境放射線のモニタリングにおいて最も重要な事項である。

40

【0003】

放射線のモニタリングを行うために、従来から各種の放射線測定装置が利用されている。その中で、周知のマルチチャンネルアナライザ（MCA）は、放射線のエネルギーごとに計数値（線量率）をスペクトルとして表示する装置である。

【0004】

しかし、MCA を環境放射線のモニタリングに利用し、そのスペクトル表示から、異常時のスペクトル変動であるか、それ以外の要因によるスペクトル変動であるかを見極めるのためには、一般に、豊富な知識と経験が必要とされる。また、複数の要因が絡み合っているような場合やスペクトル変動が小さいような場合、専門家であっても迅速にスペクトル

50

変動の要因を分析するのは一般に難しい。なお、一般の線量計などの測定結果を利用して、上記判断を行うのは上記以上に困難といえる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、従来の各種のモニタリング装置による測定及び表示では、異常時の線量変動がそれ以外の要因による線量変動かを迅速かつ的確に判断するためには十分と言えない面がある。そこで、万が一にも異常が発生した場合、その事態を迅速に判定しかつ即座に要因分析を行うためにも、当該事態を直感的に把握できる表示方式が要望されている。また、放射線測定の見識や経験の少ない者であっても、線量の変動を容易に確認できる装置が要望されている。

10

【0006】

本発明は、上記従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、放射線測定結果の表示に当たって、線量の変動をより分かり易く表現することにある。

【0007】

本発明の他の目的は、線量の変動要因を迅速かつ的確に判断できるような表示を行うことにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

(1) 本発明の好適な態様では、放射線を検出し、検出データを連続的に出力する放射線検出部と、前記検出データ間における差分演算を実行すると共に、その差分演算の結果に対して所定の規格化演算を実行し、これにより規格化変動率を求めるデータ演算部と、前記規格化変動率の経時変化を表示する表示部と、を含む。

20

【0009】

上記構成によれば、時間的に異なる2つの検出データ間で差分演算が実行され、その演算結果に対して所定の規格化が行われた後に表示される。よって、計数値(あるいは計数率)の変動分を明確に表現でき、従来の表示方式よりも、より変動傾向などを視覚的に理解し易い形式で表示できる。

【0010】

なお、所定の規格化演算を行う場合、望ましくは、後述のように標準偏差が利用される。上記放射線は、一般的には線(X線)であるが、線、線に対して本発明の原理を適用可能である。

30

【0011】

(2) 本発明は、放射線を検出し、検出データを連続的に出力する放射線検出部と、前記検出データを放射線エネルギーごとに弁別する弁別部と、各放射線エネルギーごとに、時間的に隣接する検出データ $N(t-1, i)$ 及び $N(t, i)$ 間における差分演算を実行すると共に、(但し、 $N(t, i)$ は放射線エネルギー i 、時刻 t の計数率)、その差分演算の結果を標準偏差 $A(t, i)^{1/2}$ で割る規格化演算を実行し(但し、 $A(t, i)^{1/2} = (N(t, i) + N(t-1, i)) / 2)^{1/2}$)し、これにより規格化変動率 $F(t, i)$ を求めるデータ演算部と、前記規格化変動率 $F(t, i)$ の経時変化を放射線エネルギーごとにグラフ表示する表示処理部と、を含むことを特徴とする。ここで、前記差分演算の結果は、 $N(t, i) - N(t-1, i)$ 又はその絶対値である。

40

【0012】

上記構成によれば、互いに時間的に異なる検出データ間で差分演算が行われ、変動分が抽出され、更にその変動分を標準偏差に基づいて規格化できるので、計数値(あるいは計数率)の大きさによらずに(エネルギー間での計数値に相違があっても)、当該変動分を表示上浮き上がらせることができる。よって、知識や経験が少ない者であっても、直感的に変動現象を把握できる。

【0013】

特に、環境モニタリングにおいては、実際に表示されたグラフを、施設で利用している放射線や線源などに対応した典型パターンと比較すれば、異常発生かそれ以外の要因かの判

50

断を簡便に行うことができる。この場合、容易に核種判別を行うこともできる。

【0014】

(3) 規格化変動率の表示に関しては、各種の方式を採用できる。

【0015】

ここで、望ましくは、前記表示処理部は、第1軸を放射線エネルギー軸とし、第2軸を時間軸とし、第3軸を前記規格化変動率を表す軸とした三次元グラフを作成する。この場合、第3軸の正負に応じて色分けを行ってもよい。そのような表示処理によれば、増加変動が減少変動かをより直感的に把握できる。

【0016】

また、望ましくは、前記表示処理部は、第1軸を放射線エネルギー軸とし、第2軸を時間軸とし、前記規格化変動率を輝度及び色相の少なくとも1つを利用して表した二次元グラフを作成する。このような二次元グラフによれば、色、明るさ、濃度といった表現で変動個所を明確に表現でき、この場合にも直感的にわかりやすい表現を実現できる。

10

【0017】

また、望ましくは、前記表示処理部は、第1軸を放射線エネルギー軸又は時間軸とし、第2軸を前記規格化変動率を表す軸とした二次元グラフを作成する。この二次元グラフには特定チャンネルだけの変動を表示してもよいが、色分けなどを利用して多数チャンネルの変動を同時表示してもよい。

【0018】

また、望ましくは、前記規格化変動率と所定のアラーム判定値とを比較してアラーム状態を判定するアラーム判定手段と、前記アラーム状態が判定された場合にアラーム信号を出力するアラーム出力手段と、を含む。視覚的な確認に加えて、アラーム自動判定を行えば、異常事態への対処を確実にできる。

20

【0019】

(3) また、上記目的を達成するために、本発明に係る方法は、放射線を検出し、検出データを出力する工程と、前記検出データを放射線エネルギーごとに弁別する工程と、各放射線エネルギーごとに、時間的に隣接する検出データ $N(t-1, i)$ 及び $N(t, i)$ について、規格化変動率 $F(t, i)$ を、

【数1】

$$F(t, i) = (N(t, i) - N(t-1, i)) / A(t, i)^{1/2} \quad \dots (1)$$

30

但し、 $N(t, i)$ は放射線エネルギー i 、時刻 t の計数率

$A(t, i)^{1/2}$ は標準偏差

$$(A(t, i)^{1/2} = (N(t, i) + N(t-1, i)) / 2)^{1/2}$$

により演算する工程と、を含むことを特徴とする。

【0020】

上記の(1)式において、分子は検出データの時間差分に相当し、分母は標準偏差による規格化に相当する。ここで、 $(N(t, i) + N(t-1, i)) / 2$ は移動平均である。

【0021】

放射能測定における計数値は、統計的に標準偏差の一定倍数内で変動しうることが知られている。そこで、同一対象を連続して測定した場合には、検出データ間の変動量すなわち差分を標準偏差で割れば、全エネルギー領域において、基本的に規格化後の値をほぼ一定幅内に収められる。標準偏差が検出データ(計数値)の平方根で近似できるとすれば、上記(1)式によって、全エネルギー範囲にわたって良好な規格化を行える。

40

【0022】

上記(1)の計算式において、分子を差分の絶対値としてもよい。また、バックグラウンドを加味するように式変形してもよい。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

【0024】

50

図 1 には、本発明に係る放射線測定装置の好適な実施形態が示されており、図 1 はその全体構成を示すブロック図である。この放射線測定装置は、例えば放射線を利用する医療施設や原子力発電所などの放射線取扱施設においても用いられるものであり、施設内やその周辺における環境放射線（例えば 線）のモニタリングを行うものである。もちろん、本発明は他の放射線測定にも適用可能である。

【 0 0 2 5 】

図 1 において、本実施形態に係る放射線測定装置は、大別して、検出器 1 0 と、線スペクトロメーター 1 2 と、コンピュータと、で構成される。検出器 1 0 は、放射線である線の検出を行う装置であり、例えば Na I (T l) 型のシンチレーション検出器などで構成される。ちなみに、この検出器 1 0 を可搬型としてもよい。この検出器 1 0 によって連続的に線の検出が行われ、その検出データは線スペクトロメーター 1 2 に送られる。

10

【 0 0 2 6 】

線スペクトロメーター 1 2 において、検出データとしての信号がアンプ 1 4 で増幅された後、ADC 1 6 においてデジタルデータに変換される。そのデジタルデータに変換された検出データは波高分析部 1 8 に送られ、その波高分析部 1 8 において波高弁別が行われるとともに、各エネルギー（チャンネル）ごとに計数值 N が求められる。そして、各時刻ごとのエネルギースペクトルが一旦記憶される。図 1 においては、波高分析部 1 8 内におけるメモリの構造が概念的に示されており、すなわち、各時刻のスペクトルごとに独立して記憶される。

【 0 0 2 7 】

波高分析部 1 8 による分析結果は、規格化演算部 2 0 に出力される。この規格化演算部 2 0 は、上述した (1) 式を実行する手段である。具体的には、隣接するデータ間における差分を演算し、その差分を標準偏差によって除することによる規格化変動率 F を演算している。その演算結果はグラフ作成部 2 2 及びアラーム判定部 2 3 に送られている。

20

【 0 0 2 8 】

グラフ作成部 2 2 は、演算された規格変動率 F をグラフ化する手段である。このようにして作成されたグラフは表示器 2 4 に表示される。アラーム判定部 2 3 は、規格化変動率 F を所定のアラーム判定値 K と比較しており、アラーム判定値 K よりも規格化変動率 F が大きくなった場合には、所定のアラーム信号を外部に出力している。ちなみに、アラーム判定に先立って規格化変動率の絶対値を演算してもよく、あるいは、正及び負の両方にアラーム値 K を設定してもよい。

30

【 0 0 2 9 】

図 2 ~ 図 4 には、本実施形態に係る規格化変動率の表示例が示されている。図 2 に示す表示例においては、第 1 軸がエネルギー軸とされ、第 2 軸は時間軸とされ、第 3 軸が規格化変動率を表す軸とされている。そして、規格化変動率の大きさに応じてその軸に対応した色相あるいは輝度が割り当てられており、そのような色相あるいは輝度によって規格化変動率の大きさを直感的に把握可能である。図 2 に示されるように、従来の表示とは異なり、放射線の変動が生じた場合に、その変動をより顕著に視覚化することが可能である。よって、経験や知識の乏しい者であっても放射線の変動をより直感的かつ容易に把握できるという利点がある。また、図 2 に示される表示例によれば、各エネルギーごとに規格化変動率の変化が表されるので、放射線の核種判別なども容易である。これによって、異常が生じた場合に、それが人工的な要因によるものであるかそれ以外の要因によるものであるかをよりの確に判断できるという利点がある。

40

【 0 0 3 0 】

図 3 に示す表示例においては、第 1 軸がエネルギー軸とされ、第 2 軸が時間軸とされている。そして、規格化変動率の大きさは色相あるいは輝度によって表現されている。その大きさを表す目安が図において右側のボックス内に表されている。このような表示例によれば、色相変化あるいは濃度変化によってどのエネルギーにおいてどのような変動が生じたかを一目瞭然に把握可能である。図 2 に示される表示例では、奥行方向の重なりが生じるが、図 3 に示す表示例によれば、二次元平面内において輝度軸あるいは色相軸を利用でき

50

るため、そのようなグラフの重なりといった問題を回避できる。

【0031】

また、図4には、図2に示す表示例においては、一方軸がエネルギー軸とされ、他方軸が規格化変動率の大きさを表す軸とされている。よってこのような表示例においてはリアルタイムで表示が更新されることになる。この表示例によっても変動が生じているエネルギー部位を一目瞭然に把握可能である。放射線はそれ自体変動するものであるが、本実施形態に係る各種の表示例によれば、そのような変動に対して非自然的な変動をより顕著に表現可能である。これに関して図5及び図6の比較例を参照する。

【0032】

図5及び図6に示す比較例においては、図3に示す表示例と同一の測定条件で行った場合の他の表示例が示されている。図5に示す比較例では、各エネルギーごとの単なる計数差分が表されており、図6に示す比較例においては各エネルギーごとの計数差分を計数移動平均で除した値が示されている。図5に示されるように、単に計数差分を表した場合、異常時の変動をより顕著に表すことができず、また、図6に示すような表示例でもこれと同様の問題が生じてしまう。

10

【0033】

よって、上述した本実施形態に係る表示形態によれば、特に放射線取扱施設内あるいはその周辺における線のモニタリングなどにおいて、異常時の変動をより迅速に認識でき、さらに、その分析も行えるという利点がある。

【0034】

上記の実施形態において、検出器10としては上述したものには限られず各種の検出器を利用可能である。図1に示した構成例では、線スペクトロメータ12とそれより後段のコンピュータとが直接的に接続されていたが、もちろん、一旦外部の記録媒体などにデータを記録し、その外部の記録媒体をコンピュータにセットすることによってデータの読み出しを行ってもよい。また、図2～図4に示した表示例では、規格化変動率Fに符号が付されていたが、もちろん用途によってはその絶対値を表示するようにしてもよい。すなわち、本発明は各種の変形が可能である。

20

【0035】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、放射線測定結果の表示に当たって、線量の変動をよりわかりやすくすることができ、線量の変動要因を迅速かつ的確に判断することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る放射線測定装置の好適な実施形態を示すブロック図である。

【図2】 本実施形態に係る表示例1を示す図である。

【図3】 本実施形態に係る表示例2を示す図である。

【図4】 本実施形態に係る表示例3を示す図である。

【図5】 比較例を示す図である。

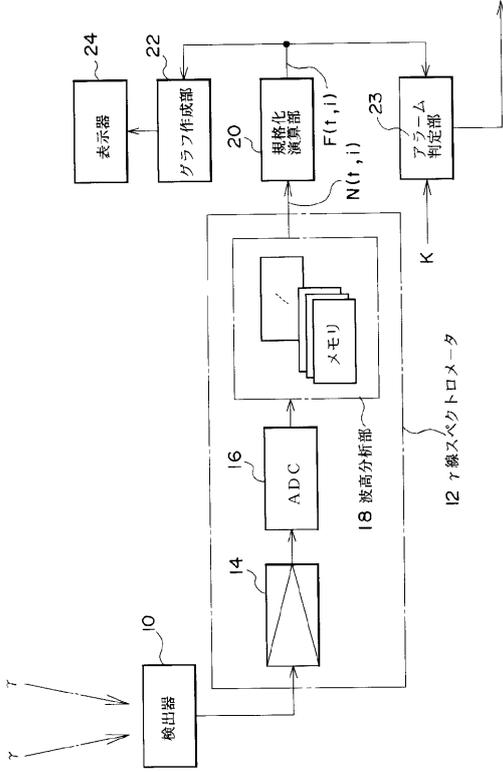
【図6】 比較例を示す図である。

【符号の説明】

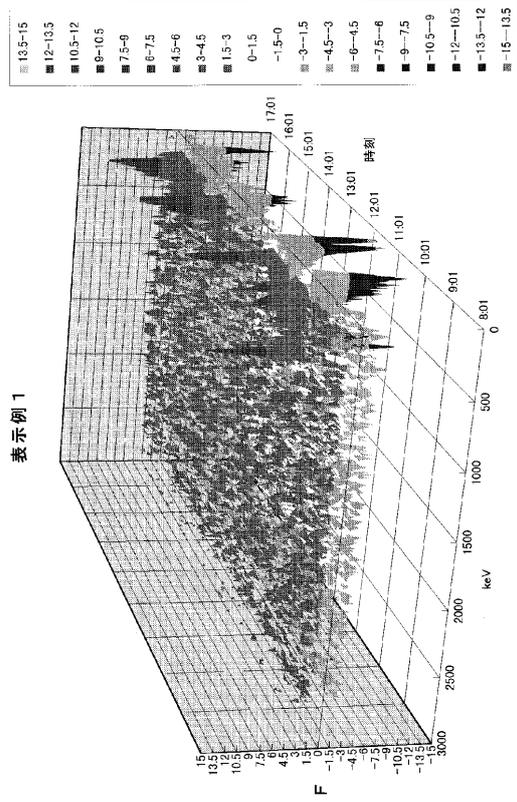
40

10 検出器、12 線スペクトロメータ、14 アンプ、16 ADC、18 波高分析部、20 規格化演算部、22 グラフ作成部、23 アラーム判定部、24 表示器。

【図1】

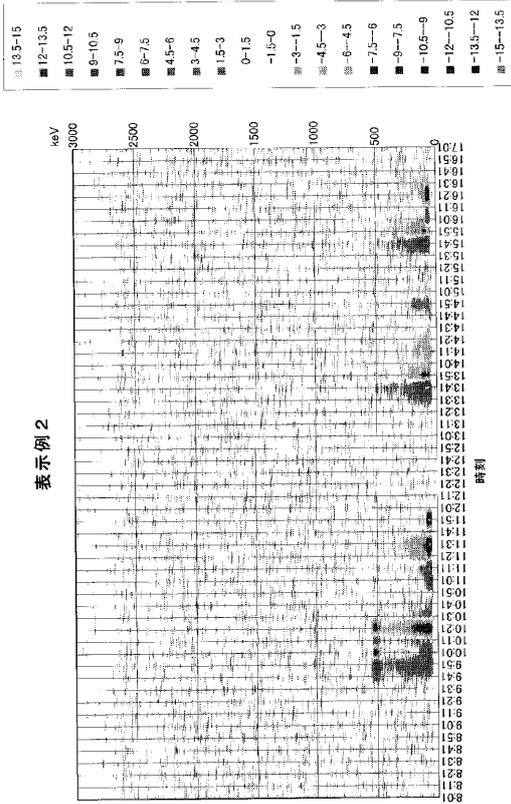


【図2】



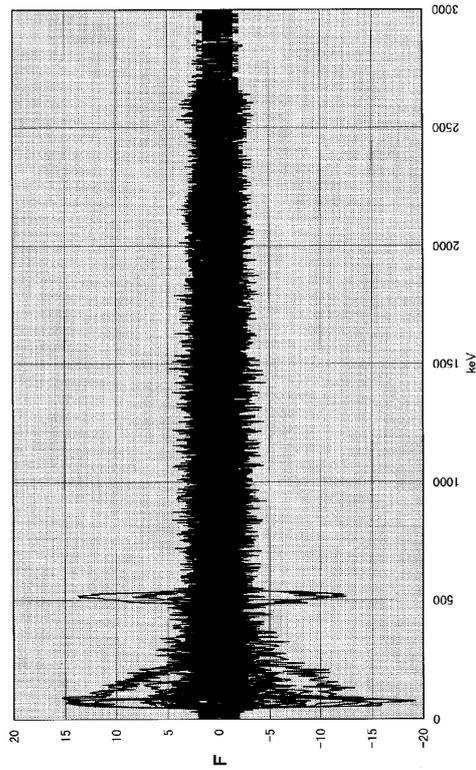
表示例1

【図3】



表示例2

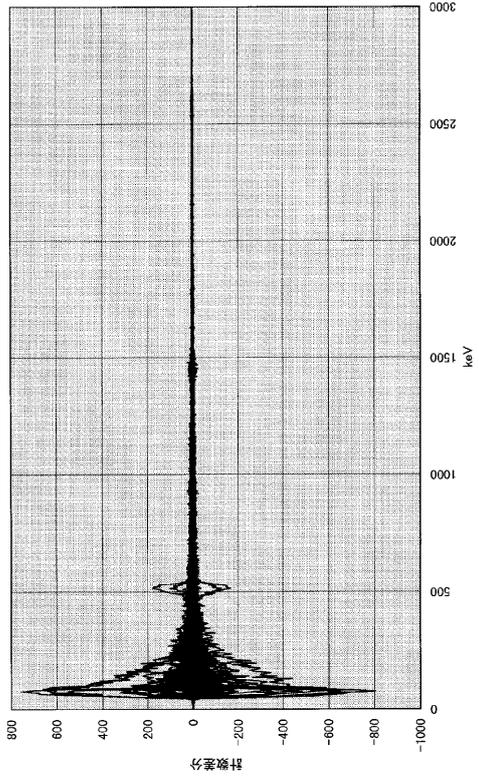
【図4】



表示例3

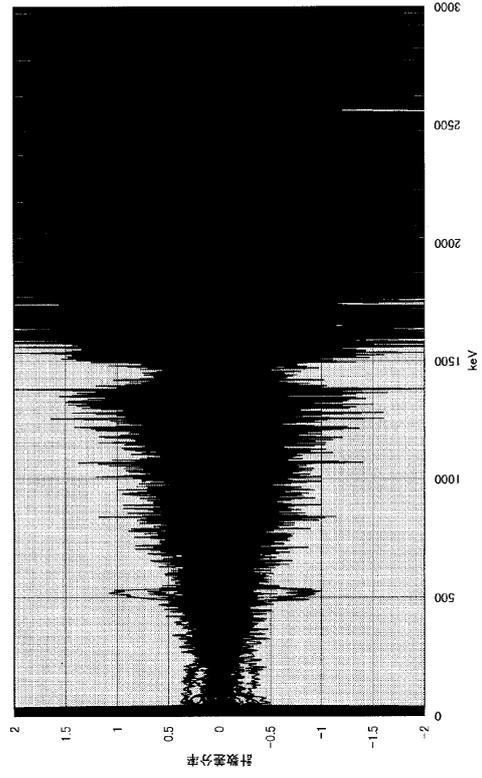
【 図 5 】

比較例 1



【 図 6 】

比較例 2



フロントページの続き

- (72)発明者 立石 直樹
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内
- (72)発明者 秋山 豊
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内
- (72)発明者 溝口 真樹
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内

審査官 青木 洋平

- (56)参考文献 特開平06-324150(JP,A)
特開平10-082860(JP,A)
特開平10-197639(JP,A)
特開平02-304388(JP,A)
特開平04-337491(JP,A)
特開平07-020247(JP,A)

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