

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6670383号  
(P6670383)

(45) 発行日 令和2年3月18日(2020.3.18)

(24) 登録日 令和2年3月3日(2020.3.3)

(51) Int.Cl.	F I					
<b>H05G 1/26</b>	<b>(2006.01)</b>	H05G	1/26	T		
<b>A61B 6/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B	6/00	333		
		A61B	6/00	390A		

請求項の数 12 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2018-527875 (P2018-527875)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成28年11月18日 (2016.11.18)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2019-503039 (P2019-503039A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成31年1月31日 (2019.1.31)		オランダ国 5656 アーヘー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5 2
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/078106	(74) 代理人	110001690
(87) 国際公開番号	W02017/093045		特許業務法人M&Sパートナーズ
(87) 国際公開日	平成29年6月8日 (2017.6.8)	(72) 発明者	プロクサ ローランド
審査請求日	令和1年6月20日 (2019.6.20)		オランダ国 5656 アーヘー アイン ドーフエン ハイ テック キャンパス 5
(31) 優先権主張番号	16154244.4		
(32) 優先日	平成28年2月4日 (2016.2.4)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)		
(31) 優先権主張番号	62/261,385		
(32) 優先日	平成27年12月1日 (2015.12.1)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線システムのX線管のステータスの決定

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力インターフェイスと、  
出力インターフェイスと、  
処理ユニットと、

を備える、X線システムのX線管のステータスを決定するためのデバイスであって、  
前記入力インターフェイスは、前記X線システムのあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、前記X線管の検出されるX線放射の、複数のスペクトル的に異なる基準値を表す基準データセットを受信し、

前記入力インターフェイスは、前記X線システムの同一のあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、前記X線管の検出される前記X線放射の、複数のスペクトル的に異なる作動値を表す作動データセットを受信し、前記X線管の使用によりもたらされるX線濾過が、前記X線管のX線放射経路で付与され、

前記処理ユニットは、前記基準データセット及び前記作動データセットに基づいて、前記X線濾過を指示する、前記X線管の前記X線放射に対する濾過関数を決定し、

前記処理ユニットは、前記X線管のステータスを、前記濾過関数に基づいて決定し、

前記出力インターフェイスは、前記X線管の前記ステータスを、さらなる目的のために供給する、デバイスにおいて、

前記処理ユニットは、前記濾過関数に基づいて、吸収スペクトルを決定し、前記処理ユニットは、前記X線管の前記ステータスを、前記吸収スペクトルに基づいて決定すること

10

20

を特徴とする、  
デバイス。

【請求項 2】

前記処理ユニットは、前記濾過関数に基づいて、吸収長を決定し、前記処理ユニットは、前記 X 線管の前記ステータスを、前記吸収長に基づいて決定する、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 3】

前記処理ユニットは、前記基準データセットと前記作動データセットとの比、又はその逆の比に対応する、さらなるデータセットを決定し、前記処理ユニットは、前記濾過関数を、前記さらなるデータセットに基づいて決定する、請求項 1 又は 2 に記載のデバイス。

10

【請求項 4】

前記処理ユニットは、前記濾過関数に基づいて、吸収材料を決定し、前記処理ユニットは、前記 X 線管の前記ステータスを、前記吸収材料に基づいて決定する、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 5】

X 線管と、

X 線検出器構成部と、

X 線システムコントローラと、

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のデバイスと、

を備える X 線システムであって、

20

前記 X 線システムコントローラは、前記 X 線システムを制御スキームによって制御する

X 線システム。

【請求項 6】

前記 X 線検出器構成部は、複数のスペクトル的に異なる作動値を結果的に生じさせる前記制御スキームのもとで、前記 X 線管の X 線放射を検出する、請求項 5 に記載の X 線システム。

【請求項 7】

前記 X 線システムコントローラは、基準値を検出するために付与される異なる X 線管電圧に対応する異なる X 線管電圧が、引き続いて前記作動値を検出するために付与されるように、前記制御スキームによって、前記 X 線システムを制御する、請求項 6 に記載の X 線システム。

30

【請求項 8】

前記 X 線検出器構成部は、複数の X 線検出器層を備え、前記 X 線システムコントローラは、各々の X 線検出器層が前記作動値の 1 つを表す検出器サブ信号を供給するように、異なる実効応答を前記 X 線検出器層が含む、前記制御スキームによって、前記 X 線システムを制御する、請求項 6 又は 7 に記載の X 線システム。

【請求項 9】

前記 X 線検出器構成部は、個々の X 線光子を検出し、その光子エネルギーを推定し、及び、各々がエネルギー区間を表すそれぞれのエネルギービン内でこれらの光子を計数する、エネルギー弁別を伴う光子計数検出器を備える、請求項 6 乃至 8 のいずれか一項に記載の X 線システム。

40

【請求項 10】

X 線システムの X 線管のステータスを決定するための方法であって、

a) 前記 X 線システムのあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、前記 X 線管の検出される X 線放射の、複数のスペクトル的に異なる基準値を表す基準データセットを供給するステップと、

b) 前記 X 線システムの同一のあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、前記 X 線管の検出される X 線放射の、複数のスペクトル的に異なる作動値を表す作動データセットを供給するステップであって、前記 X 線管の使用によりもたらされる X 線濾過が、前記

50

X線管の前記X線放射経路で付与される、供給するステップと、

c) 前記基準データセット及び前記作動データセットに基づいて、前記X線濾過を指示する、前記X線管の前記X線放射に対する濾過関数を決定し、前記濾過関数に基づいて吸収スペクトルを決定するステップと、前記X線管のステータスを、前記吸収スペクトルに基づいて決定するステップと、

d) 前記X線管の前記ステータスを、さらなる目的のために供給するステップとを有する、方法。

#### 【請求項11】

処理ユニットにより実行されているときに、請求項10に記載の方法のステップを遂行する、請求項1乃至9のいずれか一項に記載のX線システムを制御するためのコンピュータプログラム。

10

#### 【請求項12】

請求項11に記載のコンピュータプログラムを記憶した、コンピュータ可読媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、X線システムのX線管のステータスを決定するためのデバイス及び方法、デバイスを備えるX線撮像システム、コンピュータプログラム要素、並びにコンピュータ可読媒体に関する。

20

#### 【背景技術】

#### 【0002】

X線システムは、X線放射を供給するためのX線管を備える。X線放射は、撮像されることになる物体を通過することができる。物体を通過するX線放射は、その後、物体の画像を生成するために、X線検出器に衝突することができる。X線システムは、手術室環境で、又は、放射線医学診断のために使用される。しかしながら、X線システムは、他の目的のためにも使用される。

#### 【0003】

X線管は、使用の間に損耗を免れず、そのことによって、X線管により供給されるX線放射への影響が結果的に生じる。X線管の損耗の増大とともに、X線管の故障確率もまた増大する。X線管の故障は、特に、X線管を、対応するX線システムによってX線撮像を遂行するために使用している間に、故障が発生する場合、きわめて望ましくない。それゆえに、X線管の状態を指示する、X線管のステータス(状況)を供給することが望ましい。

30

#### 【0004】

独国特許DE10338693B3は、X線源の寿命を推定するための方法に関する。X線源により供給されるX線放射は、X線しきい値の値と比較され、その結果は、X線源の残りの寿命を決定するために使用される。

#### 【0005】

米国特許出願公開第2013/0083901(A1)号は、X線アノードの損耗を決定するための方法及びデバイスを開示している。

40

#### 【0006】

米国特許出願公開第2014/0177810(A1)号は、X線管でのアノード対象物濾過を推定及び補償するためのシステム及び方法を開示している。

#### 【0007】

国際特許公開WO2015/032664A1は、回転アノードの焦点スポット区域の表面を変える電子ビームの作用により、経年劣化の補正を可能とする、X線管ハウジングアセンブリを開示している。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

50

## 【 0 0 0 8 】

X線システムのX線管の状態に関する、向上した予測を供給する必要性が存在する。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、独立請求項の主題により解決され、さらなる実施形態が、従属請求項に組み込まれている。本発明の、以下の説明する態様は、さらにはデバイス、システム、方法、コンピュータプログラム要素、及びコンピュータ可読媒体に対して適用されるということに注目すべきである。

## 【 0 0 1 0 】

本発明の第1の態様によれば、入力インターフェイスと、出力インターフェイスと、処理ユニットとを備える、X線システムのX線管のステータスを決定するためのデバイスが提供される。入力インターフェイスは、X線システムのあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、X線管の検出されるX線放射の、複数のスペクトル的に異なる基準値を表す基準データセットを受信するように構成される。入力インターフェイスは、X線システムの同一のあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、X線管の検出されるX線放射の、複数のスペクトル的に異なる作動値を表す作動データセットを受信するように構成され、X線管の使用によりもたらされるX線濾過が、X線管のX線放射経路で付与される。処理ユニットは、基準データセット及び作動データセットに基づいて、X線濾過を指示する、X線管のX線放射に対する濾過関数を決定するように構成される。処理ユニットは、X線管のステータスを、濾過関数に基づいて決定するように構成される。出力インターフェイスは、X線管のステータスを、さらなる目的のために供給するように構成される。処理ユニットは、濾過関数に基づいて、吸収スペクトルを決定するように構成され、処理ユニットは、X線管のステータスを、吸収スペクトルに基づいて決定するように構成される。

10

20

## 【 0 0 1 1 】

例えば、スペクトル的に異なる値は、X線放射の異なるエネルギーサブスペクトルでのエネルギーを指示する、又は表す。実例として、セットの1つの値は、例えば80 kVpの、第1のX線管電圧での、検出されるX線放射を表し、同一のセットのさらなる値は、例えば140 kVpの、第2のX線管電圧での、検出されるX線放射を表す。

## 【 0 0 1 2 】

例えば、制御スキームは、X線システムに対する、特にX線管に対するセッティングに、及び/又は、X線システムに対する動作計画に関係する。

30

## 【 0 0 1 3 】

例えば、基準値及び作動値は、異なる時間に取得され、X線システムは、制御スキームによって各々の時間に制御される。かくして、X線システムに対する同一のセッティング、及び/又は、同一の動作計画が、X線システムに適用される。

## 【 0 0 1 4 】

さらなる例では、基準値は、X線管が新しい、又は基準状態を有するときの、検出されるX線放射の値を指示する。

## 【 0 0 1 5 】

さらなる例では、作動値は、X線システムの使用の後に、特に、X線管の、及び/又は、X線システムの所定の動作時間の後に検出される。

40

## 【 0 0 1 6 】

例えば、X線濾過は、X線管の使用の間に蓄積される、及び、X線管のX線放射経路に配置される、X線濾過材料によりもたらされる。X線管のX線放射経路は、X線管のアノードと、X線管の出力窓の外部表面との間の経路である。

## 【 0 0 1 7 】

例えば、X線濾過は、アノードでのヒール効果、出力窓での材料濾過、及び/又は、損耗に起因する任意の濾過に関係する。濾過は、カソード、アノード、アノードの軸受のエージング、及び/又は、X線管の任意の他の損耗に起因する。

50

## 【 0 0 1 8 】

例えば、基準データセットは、特に、デバイスの一部分である記憶手段により、デバイスの入力インターフェイスに供給される。

## 【 0 0 1 9 】

効果として、作動データセットは、特に、X線管のエージング又は損耗に起因する濾過材料による、濾過を受けた、検出されるX線放射のスペクトルを指す。

## 【 0 0 2 0 】

さらなる効果として、基準データセットにより指示される基準スペクトルと、作動データセットにより指示される作動スペクトルとの間の差は、濾過と等価である。したがって、濾過関数、好ましくは、実際の濾過関数に対する推定は、基準データセット及び作動データセットに基づいて決定される。

10

## 【 0 0 2 1 】

さらなる効果として、濾過関数は、X線濾過の種類又はタイプに依存する。例えば、アノード材料濾過、特にタングステン材料濾過は、カソード材料濾過とは異なる濾過関数をもたらすことができる。

## 【 0 0 2 2 】

さらなる例では、X線管のステータスは、X線濾過のタイプ、及び/又は、X線濾過の程度に基づいて決定される。

## 【 0 0 2 3 】

効果として、濾過関数は、X線管のステータスを決定するための良好な根拠を供給するものであり、なぜならば、濾過関数によって、X線管の、損耗、及び/又は、任意の他のエージングを、より精密に決定することが可能となるからである。

20

## 【 0 0 2 4 】

上記で説明したように、本発明では、処理ユニットは、濾過関数に基づいて、吸収スペクトルを決定するように構成され、処理ユニットは、X線管のステータスを、吸収スペクトルに基づいて決定するように構成される。

## 【 0 0 2 5 】

例えば、スペクトルはエネルギースペクトルを指す。

## 【 0 0 2 6 】

例えば、濾過は吸収スペクトルをもたらし、その吸収スペクトルが、X線管のステータスを決定するための根拠として、又は、その根拠の一部として役立つ。

30

## 【 0 0 2 7 】

例えば、エネルギー分解測定が、式のセットによってモデリングされ、各々の式

## 【 数 1 】

$$d_i \cong I_i \int_0^{\infty} R_i(E) D_i(E) F_i(E) e^{-Ls(E)} dE$$

40

は、1つの検出器応答の推定であり、ここで、

$d_i$  は、測定  $i$  の予想される検出器信号に関係し、

$I_i$  は、測定  $i$  のX線管電流に関係し、

$R_i(E)$  は、測定  $i$  に対する放出スペクトル（知られていないフィルタ効果を伴わない）に関係し、

$D_i(E)$  は、測定  $i$  に対するスペクトル的な検出器応答に関係し、

$F_i(E)$  は、測定  $i$  に対するオプション的な濾過スペクトルに関係し、

$L$  は、知られていないフィルタ材料の長さに関係し、

50

$s(E)$  は、知られていないものの吸収スペクトルに関係する。

【0028】

例えば、このモデル、及び、検出器測定

【数2】

$$d_i \leftarrow \tilde{d}_i$$

のセットによって、吸収スペクトル及び/又は吸収長が決定される。

【0029】

効果として、吸収スペクトルは、所定の濾過、特に、濾過のタイプ、及び/又は、濾過の程度を指示し、そのことによって、X線管の状態に関する、かくして、ステータスに関する、向上した推定が可能となる。

10

【0030】

本発明のさらなる例示的な実施形態によれば、処理ユニットは、濾過関数に基づいて、吸収長を決定するように構成され、処理ユニットは、X線管のステータスを、吸収長に基づいて決定するように構成される。

【0031】

効果として、濾過に影響を及ぼす吸収長は、X線管のステータスの決定のための良好な根拠を供給する。

【0032】

20

例えば、濾過はさらには、X線管のX線放射経路に配置される、濾過材料の吸収長に対応する。それゆえに、吸収長は、X線管のステータスを決定するための根拠として、又は、その根拠の一部として役立つ。

【0033】

本発明のさらなる例示的な実施形態によれば、処理ユニットは、基準データセットと作動データセットとの比、又はその逆の比に対応する、さらなるデータセットを決定するように構成され、処理ユニットは、濾過関数を、さらなるデータセットに基づいて決定するように構成される。

【0034】

効果として、さらなるデータセットは、X線束非依存であり、かくして、濾過関数を決定するための良好な根拠を供給する。

30

【0035】

本発明のさらなる例示的な実施形態によれば、処理ユニットは、濾過関数に基づいて、吸収材料を決定するように構成され、処理ユニットは、X線管のステータスを、吸収材料に基づいて決定するように構成される。

【0036】

効果として、濾過はさらには、濾過をもたらす吸収材料に対応することができ、その吸収材料がさらには、X線管のステータスを決定するための良好な根拠として、又は、その根拠の一部として役立つ。

【0037】

40

例えば、油又は鉛を吸収材料として決定することは、特に、X線管の使用を中断することをもたらす、X線管の故障を指示する。かくして、所定の吸収材料をそのようなものとして決定することは、X線管のステータスを決定するための根拠を供給する。

【0038】

本発明の第2の態様によれば、X線管と、X線検出器構成部と、X線システムコントローラと、上記で説明したようなデバイスとを備えるX線システムが提供される。X線システムコントローラは、X線システムを制御スキームによって制御するように構成される。

【0039】

例えば、X線システムは、X線撮像システムとして構成される。

【0040】

50

例えば、X線システムコントローラは、X線システムを、制御スキームによる、X線システムに対する、特にX線管に対する、あらかじめ規定されたセッティングによって制御するように、及び/又は、X線システムを、制御スキームによる動作計画によって制御するように構成される。

【0041】

効果として、基準データセット及び作動データセットは、等価の状態のもとで取得される。

【0042】

本発明によるシステムの例示的な実施形態によれば、X線検出器構成部は、複数のスペクトル的に異なる作動値を結果的に生じさせる制御スキームのもとで、X線管のX線放射を検出するように構成される。

10

【0043】

効果として、X線検出器構成部は、作動値及び/又は作動データセットを、デバイスの入力インターフェイスに供給することができる。

【0044】

本発明によるシステムのさらなる例示的な実施形態によれば、X線システムコントローラは、基準値を検出するために付与される異なるX線管電圧に対応する異なるX線管電圧が、引き続いて作動値を検出するために付与されるように、制御スキームによって、X線システムを制御するように構成される。

【0045】

20

効果として、複数のスペクトル的に異なる作動値が検出され、各々のX線管電圧で、少なくとも1つの対応する作動値が検出される。

【0046】

効果として、作動値は、エネルギースペクトルの異なる値を表す。

【0047】

本発明によるシステムのさらなる例示的な実施形態によれば、X線検出器構成部は、複数のX線検出器層を備え、X線システムコントローラは、各々のX線検出器層が、作動値の1つを表す検出器サブ信号を供給するように、異なる実効応答をX線検出器層が含む、制御スキームによって、X線システムを制御するように構成される。

【0048】

30

例えば、実効応答は、検出されることになるX線放射に関する、対応するエネルギー感度に関係する。

【0049】

効果として、エネルギー分解測定が提供される。

【0050】

例えば、X線検出器層は、特にX線放射のエネルギーに関しての、X線放射を検出する、それらのX線検出器層の能力において異なる。

【0051】

効果として、X線検出器構成部は、X線管のX線放射を、等価の状態のもとで、基準データセット及び作動データセットに関して検出するための、信頼性の高い根拠を供給するように構成される。

40

【0052】

本発明によるシステムの例示的な実施形態によれば、X線検出器構成部は、個々のX線光子を検出し、その光子の光子エネルギーを推定し、及び、各々がエネルギー区間を表すそれぞれのエネルギービン内でこれらの光子を計数するように構成される、エネルギー弁別を伴う光子計数検出器を備える。

【0053】

例えば、エネルギービンは、推定される光子エネルギーに適合する。

【0054】

効果として、分解されるエネルギーを伴うX線放射を検出することが簡単にされる。

50

## 【 0 0 5 5 】

本発明の第3の態様によれば、

a) X線システムのあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、X線管の検出されるX線放射の、複数のスペクトル的に異なる基準値を表す基準データセットを供給するステップと、

b) X線システムの同一のあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、X線管の検出されるX線放射の、複数のスペクトル的に異なる作動値を表す作動データセットを供給するステップであって、X線管の使用によりもたらされるX線濾過が、X線管のX線放射経路で付与される、供給するステップと、

c) 基準データセット及び作動データセットに基づいて、X線濾過を指示する、X線管のX線放射に対する濾過関数を決定するステップと、

d) X線管のステータスを、濾過関数に基づいて決定するステップと、

e) X線管のステータスを、さらなる目的のために供給するステップとを有する、X線システムのX線管のステータスを決定するための方法が提供される。

10

## 【 0 0 5 6 】

本発明の第4の態様による、処理ユニットにより実行されているときに、上記で説明したような方法のステップを遂行するように適応させられる、上記で説明したようなデバイス又はシステムを制御するためのコンピュータプログラム要素が提供される。

## 【 0 0 5 7 】

本発明の第5の態様によれば、コンピュータプログラム要素を記憶したコンピュータ可読媒体が提供される。

20

## 【 0 0 5 8 】

本発明の態様によれば、X線システムのX線管のステータスを決定するためのデバイス及び方法が提供される。X線管は通常、カソードと、アノードとを備える。アノード及びカソードは、X線管の気密チャンバ内に配置される。アノードにより放出されるX線放射は、チャンバの側壁での出力窓を通過し、そのことによって、X線管により供給されるX線放射が結果的に生じる。X線システムは、X線検出器構成部をさらに備える。X線管により供給されるX線放射の少なくとも一部分は、X線検出器構成部に向けられる。かくして、撮像されることになる物体は、目的を撮像するために、X線管とX線検出器構成部との間に置かれる。

30

## 【 0 0 5 9 】

X線管のエージング及び/又は損耗に起因して、X線管により供給されるX線放射のスペクトルは、X線管の動作時間がたつにつれて変化する。X線管により供給されるX線放射のスペクトルの変化は、X線管の出力窓上に配されるタングステンによりもたらされる。アノードは、少なくとも部分的に、タングステンで作製される。カソードの重い電子衝撃のもとで、一部のタングステンは、アノードから脱することができる。この脱したタングステン原子の一部は、X線管の出力窓上に配される。さらに、アノード表面は、タングステン原子が脱することに起因して、粗く、又は、より粗くなる。このことは、いわゆるヒール効果として知られている。前に説明したような両方の態様は、X線管により供給されるX線放射のスペクトルを変化させるものであり、なぜならば、出力窓上に配されるタングステン、及び、アノードの粗い表面は、アノードにより放出される源X線放射が、特に直接アノードの表面でのタングステンを、及び/又は、出力窓でのタングステンを越えることをもたらすからであり、そのことは、タングステン濾過と等価である。かくして、X線管のエージングの増大とともに、タングステン濾過が、さらには増大し、かくして、X線管により供給されるX線放射のスペクトルを変化させることをもたらす。

40

## 【 0 0 6 0 】

さらに、アノードは、回転アノードとして構成され、アノードは、X線管のケーシングで軸受によって装着される。特に、軸受は、液体金属、特にガリウムインジウムスズを使用する、スパイラルグループ軸受である。軸受での液体金属の漏れが、出力窓での液体金属の堆積物をもたらす。やはり、X線管により供給されるX線放射の出力スペクトルは、

50

液体金属により引き起こされ、そのことは、液体金属濾過と等価である。

【 0 0 6 1 】

さらに、特にカテーテルからの、X線管の損耗が、同様の効果、並びに、それぞれの濾過、及びそれゆえに、X線管により供給されるX線放射の出力スペクトルの変化をもたらす。

【 0 0 6 2 】

本発明は、それゆえに、X線システムのX線検出器構成部によって検出される、スペクトル的に異なる値の評価に関係する。詳細には、検出されるX線放射の、複数のスペクトル的に異なる基準値を表す基準データセット、及び、複数のスペクトル的に異なる作動値を表す作動データセットが、X線管のアノードにより放出される源X線放射に付与される濾過を決定するために使用される。この点で、濾過、特に、濾過に対する材料、及び/又は、X線管のアノードと、X線検出器構成部との間のX線放射経路の方向での、その材料の長さを表す、濾過関数が決定される。したがって、濾過関数は、X線管の状態を決定するための根拠を供給する、濾過に対して使用されている材料、及び/又は、その材料の長さに関する情報を供給する。例えば、タングステンが出力窓上に堆積させられる場合、X線管により供給されるX線放射のスペクトルは変化させられるが、そのスペクトルは、堆積物の厚さに依存し、それゆえに、タングステン材料の長さに依存する。X線管が、さらなる使用に対する状態にあるか、それとも、メンテナンスに対する状態にあるかを評価するために、濾過関数が、X線管のステータスを決定するために使用される。同様の評価が、X線放射の他の濾過に対して履行される。実例として、軸受の液体金属が濾過をもたらす事例では、X線管の状態は、メンテナンスに対する状態と評価される。

【 0 0 6 3 】

X線システムは、X線システム、特にX線管を制御するように構成される、X線システムコントローラを備える。それゆえに、X線システムは、スペクトル的に異なる基準値、及び、スペクトル的に異なる作動値を検出するために、類するような様式で制御される。スペクトル的に異なる基準値は、X線システムのあらかじめ規定された状態で、特に、新しく組み立てられるときに決定される。それゆえに、複数のスペクトル的に異なる基準値を表す、対応する基準データセットは、X線システムの記憶手段に記憶される。スペクトル的に異なる作動値は、好ましくは、時間のそれぞれの期間でのX線管のステータスを評価するために、X線管のあらかじめ規定された動作区間で検出される。したがって、スペクトル的に異なる作動値は、検出されるとき、かくして、それぞれの動作区間で、X線管の状態を指す。その結果、X線管のステータスは、そのX線管の使用の間に観測される。

【 0 0 6 4 】

本発明のこれら及び他の態様は、本明細書で以降説明する実施形態から明らかになり、それらの実施形態を参照して明確にされる。

【 0 0 6 5 】

本発明の例示的な実施形態を、以下の図面を参照して、以下で説明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 6 】

【 図 1 】 X線管及びX線検出器構成部を概略的に図解する図である。

【 図 2 】 本発明による1つの例示的な実施形態でのデバイスを概略的に図解する図である。

【 図 3 】 本発明によるデバイスのさらなる実施形態を概略的に図解する図である。

【 図 4 】 スペクトル線図を概略的に図解する図である。

【 図 5 】 本発明によるX線システムの例を概略的に図解する図である。

【 図 6 】 X線検出器構成部の第1の実施形態を概略的に図解する図である。

【 図 7 】 X線検出器構成部の第2の実施形態を概略的に図解する図である。

【 図 8 】 本発明による方法のステートフローチャートを概略的に図解する図である。

【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 6 7 】

図 1 は、X 線管 1 0 を概略的に図解する。X 線管 1 0 はハウジング 1 2 を備え、ハウジング 1 2 はチャンバ 1 4 を形成する。X 線管 1 0 は、アノード 1 6 と、カソード 1 8 とをさらに備える。アノード 1 6 及びカソード 1 8 は、チャンバ 1 4 内に少なくとも部分的に配置される。アノード 1 6 は、駆動シャフト 2 0 に結合される。駆動シャフト 2 0 は、X 線管 1 0 の駆動装置 2 2 に属する。駆動装置 2 2 は、アノード 1 6 を回転させるように構成される。駆動装置 2 2 は、駆動シャフト 2 0 が回転可能であるように、軸受を備える。動作中、電位が、カソード 1 8 及びアノード 1 6 にわたって付与される。さらに、カソード 1 8 は、動作温度に加熱される。そのうえに、動作の間、アノード 1 6 は回転させられる。電位、及び、カソード 1 8 が好ましく加熱されることに起因して、カソード 1 8 は電子を放出し、それらの電子は、カソード 1 8 とアノード 1 6 との間隙を越える。放出される電子は、アノード 1 6 に焦点スポット 2 4 でぶつかり、そのことにより、源 X 線放射 2 6 を生成する。源 X 線放射 2 6 は、X 線管 1 0 の出力窓 2 8 に、少なくとも部分的に向けられ、出力窓 2 8 は、源 X 線放射 2 6 により通過されるように構成される。出力窓 2 8 を通過する源 X 線放射 2 6 は、X 線管 1 0 により供給される X 線放射 3 0 を形成する。

10

## 【 0 0 6 8 】

図 1 は、X 線検出器構成部 3 2 をさらに概略的に図解する。X 線検出器構成部 3 2 は、X 線放射 3 0 の少なくとも一部分が、X 線検出器構成部 3 2 の表面に衝突するように配置される。撮像されることになる対象は、X 線管 1 0 の出力窓 2 8 と、X 線検出器構成部 3 2 との間の区域に配置される。

20

## 【 0 0 6 9 】

X 線管は、単に図解的な目的のために、図 1 で概略的に示される。本発明は、X 線管又は X 線システムのタイプのいくつかに関して利用される。それゆえに、以下の論考は図 1 を参照するものであるが、本発明は、図 1 で示される X 線管 1 0 に関して履行されるように制限されるものではないということを理解すべきである。

## 【 0 0 7 0 】

図 2 は、X 線システム 3 6 ( 図 5 で概略的に示される ) の X 線管 1 0 のステータスを決定するための、本発明によるデバイス 3 4 の例示的な実施形態を概略的に図解する。デバイス 3 4 は、入力インターフェイス 3 8 と、出力インターフェイス 4 0 と、処理ユニット 4 2 とを備える。入力インターフェイス 3 8 は、X 線システム 3 6 のあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、X 線管 1 0 の検出される X 線放射 3 0 の、複数のスペクトル的に異なる基準値 4 4 を表す基準データセットを受信するように構成される。入力インターフェイス 3 8 は、X 線システム 3 6 の同一のあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、X 線管 1 0 の検出される X 線放射の、複数のスペクトル的に異なる作動値 4 6 を表す作動データセットを受信するようにさらに構成され、X 線管 1 0 の使用によりもたらされる X 線濾過が、X 線管 1 0 の X 線放射経路 4 8 で付与される。処理ユニット 4 2 は、基準データセット及び作動データセットに基づいて、X 線濾過を指示する、X 線管 1 0 の X 線放射 3 0 に対する濾過関数を決定するように構成される。処理ユニット 4 2 は、X 線管 1 0 のステータスを、濾過関数に基づいて決定するようにさらに構成される。出力インターフェイス 4 0 は、X 線管 1 0 のステータスを、さらなる目的のために供給するように構成される。

30

40

## 【 0 0 7 1 】

例えば、あらかじめ規定された制御スキームは、X 線システム 3 6 の、特に X 線管 1 0 の、あらかじめ規定されたセッティングを、及び / 又は、X 線システム 3 6 に対する、特に X 線管 1 0 に対する、あらかじめ規定された動作計画を指す。X 線管 1 0 に対するあらかじめ規定されたセッティングは、カソード 1 8 とアノード 1 6 との間の電位に関係する。さらに、X 線管 1 0 のあらかじめ規定されたセッティングは、アノード 1 6 の回転速度を指す。そのうえに、X 線管 1 0 のあらかじめ規定されたセッティングは、カソード 1 8 とアノード 1 6 との間の電位の波形を、特に、その波形の周波数及び / 又は振幅を指す。X 線管 1 0 に対する動作計画によって、カソード 1 8 とアノード 1 6 との間の電位が、あ

50

あらかじめ規定された時間区間に関して適応させられ、各々の時間区間に対して、X線管10に対するあらかじめ規定されたセッティングが付与される。例えば、第1の時間区間では、第1の電位が、カソード18とアノード16との間に付与される。第2の時間区間では、カソード18とアノード16との間の、第1の電位とは異なる第2の電位が付与される。あらかじめ規定されたセッティング、及び/又は、あらかじめ規定された動作計画はさらには、X線検出器構成部32に対する、それぞれのセッティング及び/又はサブ計画を含む。

#### 【0072】

X線管のステータスを決定するための合理的なデータを供給するために、制御スキームが、スペクトル的に異なる基準値44を取得するために、及び、スペクトル的に異なる作動値46を取得するために使用される。したがって、基準データセット及び作動データセットは、X線管10のエージングを決定するための良好な根拠を供給するものであり、なぜならば、基準データセット及び作動データセットは、同一の制御スキームを指す同様の状態のもとで取得されるからである。

10

#### 【0073】

例えば、スペクトル的に異なる基準値44は、あらかじめ取得される。かくして、対応する基準データセットは、X線管10の基準状態に関係する。

#### 【0074】

スペクトル的に異なる作動値は、X線管10のあらかじめ規定された動作区間で取得される。それゆえに、スペクトル的に異なる作動値46は、X線管10の所定の動作時間の後の、X線管10の状態を指す。

20

#### 【0075】

例えば、スペクトル的に異なる基準値44は、X線放射30の異なるサブスペクトルでのエネルギーを指示する、又は表す。実例として、これらの値の1つは、カソード18とアノード16との間の第1の電位、実例として80kVpでの、検出されるX線放射30のエネルギーを表す。さらに、スペクトル的に異なる基準値44のさらなる値は、カソード18とアノード16との間の第2の電位、実例として140kVpでの、対応して検出されるX線放射30のエネルギーを表す。類するような様式で、スペクトル的に異なる作動値は、X線放射の異なるサブスペクトルでのエネルギーを指示する、又は表す。実例として、スペクトル的に異なる作動値46の1つの値は、カソード18とアノード16との間の第1の電位での、検出されるX線放射30のエネルギーを表す。スペクトル的に異なる作動値46のさらなる値は、カソード18とアノード16との間の第2の電位での、検出されるX線放射30のエネルギーを表す。

30

#### 【0076】

例えば、デバイス34は、スタンドアロンデバイスとして、又は、システム、特にX線システム36の一部分として構成される。

#### 【0077】

例えば、アノード16は、特に主として、タングステンで作製される。実例として、アノード16は、タングステンを含む。電子衝撃のもとで、一部のタングステンは、アノード16から脱することができる。電子衝撃は、焦点スポット24での表面が粗くなることをもたらし、又は、その表面は、より粗くなる。この効果をさらには、ヒール効果と呼ぶ。電子衝撃はさらには、タングステン原子の一部が、脱すること、及び、X線管10の出力窓28上に堆積させられることをもたらす。かくして、アノード16により放出される源X線放射26は、アノード16の焦点面24での粗い表面での山を越えることを、及び/又は、X線管10の出力窓28上に堆積させられるタングステンを越えることを強いられる。両方の効果が、源X線放射26の、濾過、特にタングステン濾過と等価であり、かくして、X線管10により供給されるX線放射30のスペクトルを変化させる。

40

#### 【0078】

例えば、X線管10の駆動装置22の軸受は、スパイラルグリーブ軸受により形成される。さらに、駆動装置22の軸受は、液体金属、特にガリウムインジウムスズを含む。駆

50

動装置 22 の軸受での漏れが、X線管 10 の出力窓 28 での液体金属の堆積物をもたらす。出力窓 28 での液体金属の堆積物は、源 X線放射 26 の濾過と等価であり、かくして、X線管により供給される X線放射 30 のスペクトルを変化させる。

【0079】

さらなる例では、X線管 10 のカソード 18 は、フィラメントを含む。カソード 18 のフィラメントの消耗は、X線管 10 の出力窓 28 でのフィラメント材料の堆積物をもたらす。例えば、フィラメントは、タングステンで作製される、又は、タングステンを含む。したがって、カソード 18 のフィラメントの消耗は、源 X線放射 26 の、濾過、特にタングステン濾過をもたらす。カソード 18 のフィラメントは、タングステン以外の材料で作製される、又は、その材料を含む。特に、カソード 18 のフィラメントは、鉄 (Fe) を含む。

10

【0080】

したがって、X線管 10 の出力窓 28 で堆積させられるフィラメントは、異なる濾過をもたらす。その結果、カソード 18 のフィラメントの堆積物は、源 X線放射 26 の濾過と等価である。

【0081】

例えば、X線管 10、特に、チャンバ 14、及び/又は、そのチャンバ 14 内に配置される要素は、ドーパント及び/又はコーティングを含む。ドーパント及び/又はコーティングがさらには、X線管 10 の使用の間に損耗する。したがって、ドーパント及び/又はコーティングは、X線管 10 の出力窓 28 上に堆積させられる。前に解説したような、類するような様式で、ドーパント及び/又はコーティングは、源 X線放射 26 の濾過をもたらす、かくして、X線管 10 により供給される X線放射 30 のスペクトルを変化させる。特に、ドーパント及び/又はコーティングは、バリウム及び/又は鉛を含む。その結果、ドーパント及び/又はコーティングの堆積物は、源 X線放射 26 の濾過と等価である。

20

【0082】

例えば、X線管 10 は、液体冷却回路を備え、対応する冷却液体は、油及び/又は鉛を含む。液体冷却回路の故障の事例では、液体、特に油は、X線管 10 のチャンバ 14 に入り、X線管 10 の出力窓 28 で堆積させられる。前に解説したような、類するような様式で、出力窓 28 で堆積させられる、冷却液体、特に、対応する油及び/又は鉛は、源 X線放射 26 の濾過と等価であり、かくして、X線管 10 により供給される X線放射 30 のスペクトルの変化をもたらす。

30

【0083】

上記で解説したように、源 X線放射 26 は、X線管 10 の異なる損耗に起因する、及び/又は、X線管 10 の故障に起因する、濾過を免れない。かくして、基準データセットにより指示される基準スペクトルは、作動データセットにより指示される作動スペクトルとは異なる。したがって、基準データセット及び作動データセットは、X線管の損耗又は故障によりもたらされる濾過を表す濾過関数を決定するための根拠を供給する。濾過関数は、濾過によりもたらされる、作動データへの基準データの、又はその逆の変換を表す。効果として、濾過関数は、それぞれの濾過をもたらす、X線放射経路に配置される、要素又は材料の濾過を指示する。

40

【0084】

さらなる効果として、濾過関数は、特に、濾過に対して原因となる材料に関する、濾過のタイプに関する情報を含む。さらに、濾過関数は、濾過の程度に関する情報、特に、基準値 44 及び作動値 46 で、対応して見出される値の減少を含む。さらに、濾過の程度は、濾過をもたらす材料の密度及び/又は長さに関する情報を与える。

【0085】

さらなる効果として、X線管のステータスは、濾過関数に基づいて決定されるものであり、なぜならば、濾過関数は、濾過のタイプ及び/又は程度に関する情報を含むからである。実例として、濾過関数は、材料、及び/又は、濾過をもたらす材料の厚さに関する情報を含む。材料、及び/又は、材料の厚さに依存して、X線管の状態、かくして、ステー

50

タスは、決定及び/又は評価される。特に、X線管10の出力窓28でのタングステンの非常に薄い堆積物は、X線管10の状態への小さな影響を有し、同一の材料の厚さの増大によって、特に、対応するしきい値厚さより大きいときに、X線管10の異なる状況が、かくして、X線管10の異なるステータスが結果的に生じる。X線管10のステータスは、値である。しかしながら、X線管のステータスはさらには、濾過をもたらす材料、その材料の厚さ、及び/又は、その材料の密度に関する情報を含む。X線管10のステータスが値に関係する事例では、この値は、X線管10の状態に関する値を評価することを可能とする、あらかじめ規定された区間に関係する。

【0086】

アノード16により供給される源X線放射26は、X線放射経路48に配置される、及び、源X線放射26の変化をもたらす、濾過材料により濾過され、そのことによって、X線管により供給されるX線放射30が結果的に生じるということを想定する。さらに、濾過材料を表す実際の濾過関数の知識、及び、源X線放射信号26に関する知識が、X線管10により供給されるX線放射30を算出するのに十分であるということをも想定する。したがって、X線源放射26、及び、X線管10により供給されるX線放射30の所有知識が、今度は、実際の濾過関数を算出するための根拠として役立つということをも想定する。しかしながら、源X線放射26は通常知られていない。しかし、基準データセットの所有知識が、X線源放射26の近似として想定される。さらに、作動データセットが、X線管10により供給されるX線放射30の近似として役立つ。効果として、基準データセット及び作動データセットの所有知識は、X線放射経路48に配置される濾過材料に対する、実際の濾過関数とまさに同様である、濾過関数を推定するための良好な根拠として想定される。換言すれば、源X線放射26は知られていないので、基準データセットは、源X線放射26に対する良好な近似であり、作動データセットは、X線管10により供給されるX線放射30に対する良好な近似であり、それゆえに、濾過関数を算出又は決定するための根拠として役立つ。

【0087】

図3は、本発明によるデバイス34のさらなる例示的な実施形態を概略的に図解する。

【0088】

例えば、デバイス34は、記憶手段50をさらに備える。記憶手段50は、基準データセットを記憶するように構成される。そのうえに、記憶手段50は、基準データセットを入力インターフェイス38に供給するように構成される。かくして、処理ユニット42は、基準データセットを、入力インターフェイス38を介して記憶手段50から読み出すように構成される。

【0089】

さらなる例では、入力インターフェイス38は、処理ユニット42の一部である。かくして、処理ユニット42は、基準データセットを記憶手段50から直接読み出すように構成される。

【0090】

効果として、基準データセットは、スペクトル的に異なる基準値44の検出が、X線管10によって、X線管10の製造区域の外側であるときに、必ずしも履行されることにならないように、あらかじめ取得され、記憶手段50に記憶される。代わりに、基準データセットの取得は、X線管10の製造プロセスに統合される。したがって、スペクトル的に異なる作動値46だけが、X線管10のあらかじめ規定された動作区間の間に検出され、そのことによって、デバイス34の使いやすさが増大する。

【0091】

デバイス34のさらなる例示的な実施形態によれば、処理ユニット42は、濾過関数に基づいて、吸収スペクトルを決定するように構成され、処理ユニットは、X線管のステータスを、吸収スペクトルに基づいて決定するように構成される。

【0092】

吸収スペクトルは、源X線放射26の濾過をもたらす、特に等価の、吸収材料の吸収を

10

20

30

40

50

指示する。換言すれば、濾過は吸収スペクトルをもたらし、その吸収スペクトルが、X線管10のステータスを決定するための根拠として、又は、その根拠の一部として役立つ。

【0093】

例えば、エネルギー分解測定が、式のセットによってモデリングされ、各々の式【数3】

$$d_i \cong I_i \int_0^{\infty} R_i(E) D_i(E) F_i(E) e^{-Ls(E)} dE \quad 10$$

は、1つの検出器応答の推定であり、ここで、

$d_i$  は、測定  $i$  の予想される検出器信号に関係し、

$I_i$  は、測定  $i$  の X 線管電流に関係し、

$R_i(E)$  は、測定  $i$  に対する放出スペクトル（知られていないフィルタ効果を伴わない）に関係し、

$D_i(E)$  は、測定  $i$  に対するスペクトル的な検出器応答に関係し、

$F_i(E)$  は、測定  $i$  に対するオプション的な濾過スペクトルに関係し、

$L$  は、知られていないフィルタ材料の長さに関係し、

$s(E)$  は、知られていないものの吸収スペクトルに関係する。

【0094】

例えば、このモデル、及び、検出器測定

【数4】

$$d_i \leftarrow \tilde{d}_i$$

のセットによって、吸収スペクトル及び/又は吸収長が決定される。

【0095】

例えば、吸収長は、吸収材料の物理長に必ずしも関係しない。特に、吸収は、仮想又は等価濾過に関係し、かくして、吸収長は、等価濾過をもたらす、X線放射経路48に配置される仮要素に関係する、材料の長さ、又は、材料の厚さに関係する。

【0096】

図4は、X線放射の変化に基づく、X線管10のエージングを概略的に図解する。横座標は、X線管10の出力窓28上に配置される吸収材料の長さ又は深さを例示的に指示する。X線管の製造の後、出力窓28上に配置される吸収材料は、ない、又は、ほとんどない。かくして、長さ又は深さはゼロである。したがって、スペクトル的に異なる基準値44が、図4で示される線図に配置され、横座標は値ゼロを示す。第1の基準値44a、及び、第2の基準値44bが、適宜検出される。

【0097】

X線管10を使用する後、損耗又はエージングが、X線管10で発生する。対応して、及び、例として解釈されるように、タングステンが、X線管10の出力窓28上に堆積せられる。したがって、対応する濾過材料の深さ又は長さが増大する。かくして、さらなる検出ステップが、作動値46を取得するために履行される。第1の作動値46a、及び、第2の作動値46bが、0.015の値を有する濾過材料の深さ又は長さに対応して、図4で例示的に示される。各々のデータセットの値は、カソード18とアノード16との間の異なる電位を指す。

【0098】

10

20

30

40

50

例えば、基準データセット及び作動データセットに対応する、以前に解説した値は、式の2つのセットをモデリングするために使用され、各々の式は、上記で解説した式に係る。これらの2つの式を確立したならば、知られていない濾過材料の長さが算出される。さらに、さらには式のセットに基づいて決定される吸収スペクトルが、さらには、吸収材料を決定するための根拠として役立つ。

【0099】

本発明によるデバイスの例示的な実施形態によれば、処理ユニット42は、濾過関数に基づいて、吸収長を決定するように構成され、処理ユニット42は、X線管10のステータスを、吸収長Lに基づいて決定するように構成される。

【0100】

例えば、濾過はさらには、濾過材料の吸収長に対応し、その吸収長はさらには、X線管10のステータスを決定するための根拠として、又は、その根拠の一部として役立つ。

【0101】

本発明のデバイス34のさらなる例示的な実施形態によれば、処理ユニット42は、濾過関数に基づいて、吸収材料を決定するように構成され、処理ユニット42は、X線管10のステータスを、吸収材料に基づいて決定するように構成される。

【0102】

例えば、濾過はさらには、濾過に対する吸収材料に対応し、その吸収材料はさらには、X線管10のステータスを決定するための根拠として、又は、その根拠の一部として役立つ。

【0103】

効果として、特定の材料が、異なって評価され、X線管10の異なるステータスをもたらす。実例として、吸収が油又は鉛によりもたらされる場合、ステータスの決定は、タンゲステンを吸収材料として決定することとは異なる。

【0104】

本発明によるデバイス34の例示的な実施形態によれば、処理ユニット42は、基準データセットと作動データセットとの比、又はその逆の比に対応する、さらなるデータセットを決定するように構成され、処理ユニット42は、濾過関数を、さらなるデータセットに基づいて決定するように構成される。

【0105】

効果として、比、かくして、さらなるデータセットは、束非依存であり、そのことから、濾過関数を推定するための良好な根拠を供給する。対応する比值52、54が、図4で概略的に図解される。

【0106】

図5は、本発明によるX線システム36の例示的な実施形態を概略的に図解する。X線システム36は、X線管10と、X線検出器構成部32と、X線システムコントローラ56と、上記で解説したようなデバイス34とを備える。X線システムコントローラ56は、X線システム36を制御スキームによって制御するように構成される。

【0107】

ここでは繰り返すことなく、デバイス34を参照して提供される、すべての例及び解説は、さらには、X線システム36により実施されているものとして意図されるべきものであるということが理解される。したがって、デバイス34によって実現される利点及び/又は効果は、さらには、X線システム36により、類似的な様式で実現される。かくして、適する場合は、デバイス34の解説への参照を行う。

【0108】

例えば、X線システムコントローラ56は、カソード18とアノード16との間の電位を調整するように構成される。さらに、X線システムコントローラ56は、カソード18とアノード16との間の電位の波形及び/又は周波数を調整するように構成される。

【0109】

さらなる例では、X線システムコントローラ56は、駆動装置22を制御するように構

10

20

30

40

50

成される。特に、X線システムコントローラ56は、駆動シャフト20の、かくして、アノード16の回転速度を制御するように構成される。

【0110】

例えば、X線システムコントローラ56は、X線システム36の動作に対する、さらなる調整可能なセッティングを供給するように構成される。

【0111】

例えば、X線システムコントローラ56は、X線システム36を、動作計画によって制御するように構成される。動作計画は、あらかじめ規定された時間区間によって、X線システム36のセッティングを調整するための根拠を供給する。例えば、第1の時間区間で、X線システムコントローラ56は、第1の電位、例えば80kVpが、カソード18とアノード16との間に付与されるように、X線システム36を制御する。第2の時間区間で、X線システムコントローラ56は、第2の電位、実例として140kVpを、カソード18とアノード16との間に付与するように構成される。

10

【0112】

例えば、X線システムコントローラ56は、スペクトル的に異なる基準値44、かくして、基準データセットを取得するために使用された制御スキームによって、X線システム36を制御するように構成される。

【0113】

効果として、作動データセットは、等価の状態であって、それらのもとで基準データセットが取得された、等価の状態のもとで取得される。

20

【0114】

本発明によるX線システム36の例示的な実施形態によれば、X線検出器構成部32は、X線管10のX線放射30を、制御スキームのもとで検出し、複数のスペクトル的に異なる作動値46を結果的に生じさせるように構成される。

【0115】

例えば、第1の作動値46aが、X線検出器構成部32によって検出され、第1の電位が、カソード18とアノード16との間に付与される。

【0116】

さらなる例では、第2の作動値46bが、後続のステップで検出され、異なる電位、好ましくはより高い電位が、カソード18とアノード16との間に付与される。かくして、両方の作動値は、X線管10の同一の状態を、特に、同一の濾過材料によりもたらされる濾過の共通の状態を指す。これらの作動値46a、46bを、基準値44a、44bとの関係で使用して、X線管10の損耗及び/又はエージングを指示する、それぞれの濾過関数が決定される。

30

【0117】

本発明によるX線システム36のさらなる例示的な実施形態によれば、X線システムコントローラ56は、基準値を検出するために付与される異なるX線管電圧に対応する異なるX線管電圧が、引き続いて作動値46を検出するために付与されるように、X線システム36を制御スキームによって制御するように構成される。

【0118】

例えば、X線管電圧は、カソード18とアノード16との間の電位を形成する。

40

【0119】

例えば、スペクトル的に異なる基準値44を取得するために、異なるX線管電圧が、カソード18とアノード16との間に付与されており、異なるX線管電圧の各々に対して、少なくとも1つの基準値44が取得される。作動値46を、X線システム36の同様の状態のもとで取得するために、X線システム36は、X線システムコントローラ56により、同一の制御スキームのもとで制御される。結果的に生じる、スペクトル的に異なる作動値46、及び、スペクトル的に異なる基準値44は、濾過関数を決定するための良好な根拠を供給する。

【0120】

50

さらなる効果として、複数のスペクトル的に異なる作動値 4 6 が検出され、各々の X 線管電圧で、少なくとも 1 つの対応する作動値 4 6 が検出される。

【 0 1 2 1 】

図 6 は、X 線検出器構成部 3 2 の例示的な実施形態を概略的に図解する。

【 0 1 2 2 】

本発明による X 線システム 3 6 の例示的な実施形態では、X 線検出器構成部 3 2 は、複数の X 線検出器層 5 8 を備え、X 線システムコントローラ 5 6 は、X 線システム 3 6 を制御スキームによって制御するように構成され、X 線検出器層 5 8 は、各々の X 線検出器層 5 8 が、作動値 4 6 の 1 つを表す検出器サブ信号を供給するように、異なる実効応答を含む。

10

【 0 1 2 3 】

例えば、各々の X 線検出器層 5 8 は、シンチレータ 6 0 と、フォトダイオード 6 2 とを備える。シンチレータ 6 0 は好ましくは、X 線管 1 0 の X 線放射 3 0 により励起させられているときに光を放出するように構成される。シンチレータ 6 0 の光は、対応する X 線検出器層 5 8 のフォトダイオード 6 2 により検出される。

【 0 1 2 4 】

例えば、X 線管 1 0 により供給される X 線放射 3 0 は、少なくとも部分的に、X 線検出器層 5 8 の各々を通過する。

【 0 1 2 5 】

さらなる例では、X 線検出器層 5 8 の実効応答は、X 線放射の吸収能力に対応する。例えば、X 線検出器層 5 8 は、異なるエネルギー吸収能力を有し、かくして、X 線管 1 0 により供給される X 線放射 3 0 が X 線検出器層 5 8 を通過するときに、異なる実効応答を結果的に生じさせる。

20

【 0 1 2 6 】

効果として、単一の X 線検出器構成部 3 2 は、X 線システム 3 6 のセッティングを変化させることなく、単一の測定時間区間の間に、複数のスペクトル的に異なる作動値 4 6 を供給することができる。

【 0 1 2 7 】

図 7 は、X 線検出器構成部 3 2 のさらなる例示的な実施形態を概略的に図解する。

【 0 1 2 8 】

本発明による X 線システム 3 6 の例示的な実施形態によれば、X 線検出器構成部 3 2 は、個々の X 線光子を検出するように、その光子の光子エネルギーを推定するように、及び、各々がエネルギー区間を表すそれぞれのエネルギービン内の、これらの光子を計数するように構成される、エネルギー弁別を伴う光子計数検出器を備える。

30

【 0 1 2 9 】

例えば、X 線検出器構成部 3 2 は、変換要素 6 4 を備え、その変換要素 6 4 は、変換要素 6 4 に衝突する X 線光子を変換するように、及び、電氣的に帯電したパルス 6 6 を放出するように構成される。

【 0 1 3 0 】

さらなる例では、X 線検出器構成部 3 2 は、光子エネルギーを、変換要素 6 4 により供給される電氣的に帯電したパルス 6 6 に基づいて推定するように構成される、評価手段 6 8 を備える。さらに、評価手段 6 8 は、推定される光子エネルギーに適合するそれぞれのエネルギービン内の、推定される光子エネルギーを計数するように構成される。それゆえに、推定される光子エネルギーは、振り分けられ、それぞれのエネルギービンを割り当てられる。さらに、各々のビンに対して割り当てられる、計数される、推定される光子は、X 線検出器構成部結果のための根拠を供給する。換言すれば、各々のエネルギービンに対する、計数される光子の数は、対応する作動値 4 6 を表す。

40

【 0 1 3 1 】

さらなる例では、X 線検出器構成部 3 2 は、X 線管 1 0 により供給される X 線放射 3 0 を、複数の検出ステップで検出するように、及び、各々の検出される X 線放射 3 0 を、複

50

数の検出器ピンの1つの検出器ピンに割り当てられることを、検出されるX線放射30のエネルギーが、割り当てられるピンの、下方エネルギーしきい値と、対応する上方エネルギーしきい値との間にある場合に行うように構成される。ピンは、共通の下方エネルギーしきい値を含む。複数の検出器ピンの各々に対して、対応する下方エネルギーしきい値、及び、対応する上方エネルギーしきい値が、あらかじめ規定される。各々の検出器ピンは、スペクトル的なエネルギーセクションを表す。検出器ピンに対する、割り当てられる検出器X線放射の数は、それぞれのスペクトル的なエネルギーセクションに対する作動値を表す。

【0132】

図8は、以下のステップを有する、X線システム36のX線管10のステータスを決定するための、本発明による方法70の例示的な実施形態を概略的に図解する。

10

【0133】

ステップa)で、X線システム36のあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、X線管10の検出されるX線放射30の、複数のスペクトル的に異なる基準値44を表す基準データセットが供給される。

【0134】

ステップb)で、X線システム36の同一のあらかじめ規定された制御スキームのもとでの、X線管10の検出されるX線放射30の、複数のスペクトル的に異なる作動値46を表す作動データセットが供給され、X線管の使用によりもたらされるX線濾過が、X線管10のX線放射経路48で付与される。

20

【0135】

ステップc)で、基準データセット及び作動データセットに基づいて、X線濾過を指示する、X線管10のX線放射30に対する濾過関数が決定される。

【0136】

ステップd)で、X線管10のステータスが、濾過関数に基づいて決定される。

【0137】

ステップe)で、X線管のステータスが、さらなる目的のために供給される。

【0138】

ここでは、デバイス34及び/又はX線システム36を参照して提供される、すべての例、解説、及び/又は効果を繰り返すことなく、本発明の方法70は、前に類似的に提供された方法のステップを履行するように構成されているものとして意図されるということが理解される。かくして、すべての上記の例、解説、及び効果は、最初にデバイス34及び/又はX線システム36を参照して提供されるが、さらには、方法70により実施されているものとして意図されるべきものである。

30

【0139】

例えば、方法のステップc)は、濾過関数に基づいて、吸収長及び/又は吸収材料を決定するサブステップを含む。さらに、方法のステップd)は、X線管のステータスを、吸収長及び/又は吸収材料に基づいて決定するサブステップを含む。

【0140】

本発明のさらなる例示的な実施形態によれば、処理ユニットにより実行されているときに、上記で説明した方法を履行するように適応させられる、コンピュータプログラム要素が提供される。

40

【0141】

本発明のさらなる例示的な実施形態によれば、プログラム要素を記憶したコンピュータ可読媒体が提供される。

【0142】

コンピュータプログラム要素は、さらには本発明の実施形態の一部である、コンピュータユニット上に記憶される。このコンピューティングユニットは、上記で説明した方法のステップを遂行する、又は、それらのステップの遂行することを誘導するように適応させられる。なおまた、そのコンピューティングユニットは、上記で説明した装置の構成要

50

素を動作させるように適応させられる。コンピューティングユニットは、自動的に動作するように、及び/又は、ユーザの命令を実行するように適応させられる。コンピュータプログラムは、データプロセッサのワーキングメモリ内にロードされる。データプロセッサは、かくして、本発明の方法を履行するように整えられる。

【0143】

本発明の実施形態は、異なる主題を参照して説明されるということに注目しなければならない。特に、一部の実施形態は、デバイスを参照して説明され、しかるに、他の実施形態は、方法を参照して説明される。しかしながら、当業者は、上記のことから、別段の通知がない限り、1つの主題に属する特徴の任意の組み合わせに加えて、さらには、異なる主題に係る特徴の間の任意の組み合わせが、本出願によって開示されると考えられる

10

【0144】

本発明を、図面、及び、上述の説明で、詳細に図解及び説明したが、そのような図解及び説明を、図解的又は例示的と、及び、制約的ではないと考えるべきである。本発明は、開示される実施形態に制限されない。開示される実施形態に対する他の変形形態が、当業者により、請求される発明を實踐する際に、図面、開示、及び従属請求項の考究から、理解され、生み出される。

【0145】

特許請求の範囲では、単語「備える・含む・有する (comprising)」は、他の要素又はステップを排除せず、不定冠詞「a」又は「an」は、複数を排除しない。検出器、又は、他のユニットは、特許請求の範囲に記載されるいくつかの項目の機能を満たす。所定の手段が、相互に異なる従属請求項に記載されるという単なる事実は、これらの手段の組み合わせが有利には使用されないということを指示しない。特許請求の範囲でのいかなる参照符号も、範囲を制限すると解するべきではない。

20

【図1】

【図2】

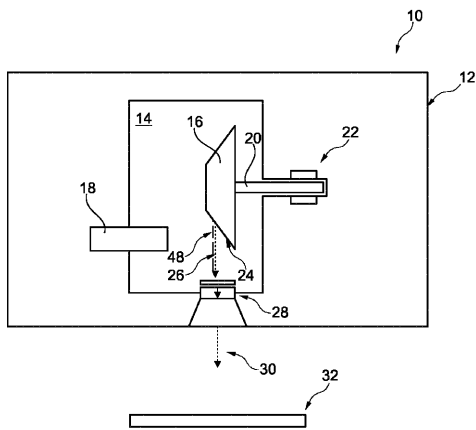


Fig. 1

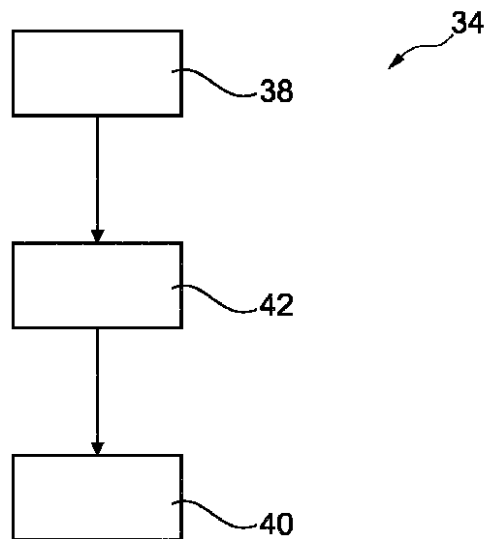


Fig. 2

【 図 3 】

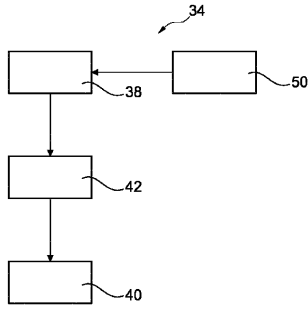


Fig. 3

【 図 4 】

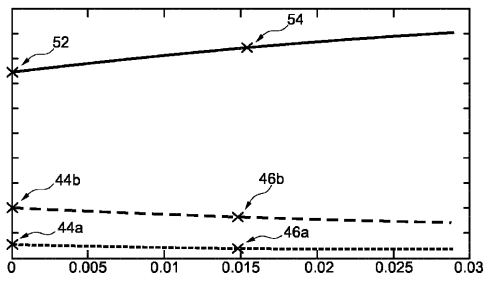


Fig. 4

【 図 5 】

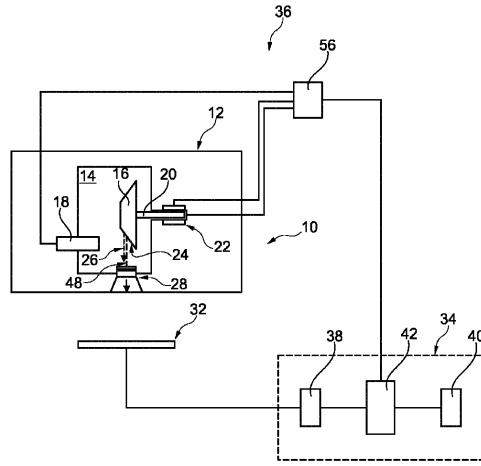


Fig. 5

【 図 6 】

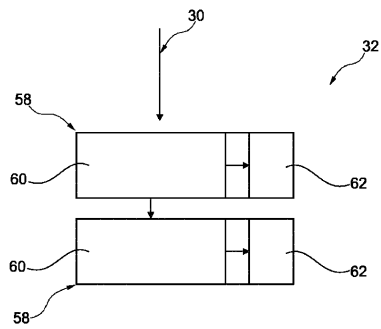


Fig. 6

【 図 7 】

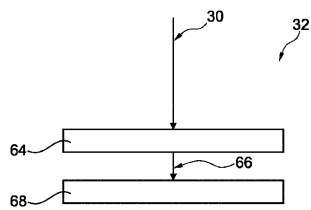


Fig. 7

【 図 8 】

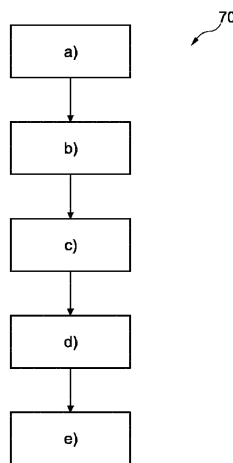


Fig. 8

---

フロントページの続き

早期審査対象出願

- (72)発明者 ベーリング ロルフ カール オット  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 リビング カロリナ  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ミラー レスター ドナルド  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 アイテル アレクサンダー  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

審査官 伊藤 昭治

- (56)参考文献 特開昭52-142984(JP,A)  
特開2015-094643(JP,A)  
特開2002-095659(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| H05G | 1/26  |
| A61B | 6/00  |
| G01N | 23/00 |