

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5426826号
(P5426826)

(45) 発行日 平成26年2月26日 (2014. 2. 26)

(24) 登録日 平成25年12月6日 (2013. 12. 6)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 6/00 (2006. 01)

A 6 1 B 6/00 3 2 0 Z

A 6 1 B 6/10 (2006. 01)

A 6 1 B 6/10 3 5 5

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-326588 (P2007-326588)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成19年12月18日 (2007. 12. 18)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2008-178674 (P2008-178674A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成20年8月7日 (2008. 8. 7)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成22年12月1日 (2010. 12. 1)		弁理士 大塚 康德
(31) 優先権主張番号	特願2006-356092 (P2006-356092)	(74) 代理人	100112508
(32) 優先日	平成18年12月28日 (2006. 12. 28)		弁理士 高柳 司郎
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線撮像装置、放射線撮像装置の作動方法及び記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射線撮影装置であって、

対象物に曝射する放射線強度を回転ノブの回転により指定する放射線強度指定手段と、

前記放射線強度指定手段によって指定された放射線強度が、予め定められた放射線強度以上となるか判定する放射線曝射制御手段と、を備え、

前記放射線強度指定手段は、前記放射線曝射制御手段の判定に基づき、前記放射線強度が推奨放射線強度以上となる場合に前記回転ノブに放射線強度を減少させる向きのトルクを与えることを特徴とする放射線撮影装置。

【請求項 2】

前記放射線曝射制御手段の判定に基づき、前記放射線強度が推奨放射線強度以上となることを示す第一の警告信号を発生し、

前記放射線強度指定手段によって指定された放射線強度が前記予め定められた放射線強度以上となるときから計測された時間が基準時間を超えることを示す第二の警告信号を発生する警告発生手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 3】

放射線曝射時間が前記基準時間を超える場合、前記放射線曝射制御手段は、放射線発生手段を制御して、前記推奨放射線強度まで低下した曝射放射線強度を、前記放射線発生手段から前記対象物に曝射させることを特徴とする請求項 2 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 4】

10

20

放射線強度指定手段と、放射線曝射制御手段とを備える放射線撮影装置の作動方法であって、

前記放射線強度指定手段が、回転ノブの回転を検出し、当該回転に応じて対象物に曝射する放射線強度を指定する放射線強度指定工程と、

前記放射線曝射制御手段が、前記放射線強度指定工程によって指定された放射線強度が、予め定められた放射線強度以上となるか判定する放射線曝射制御工程と、を有し、

前記放射線強度指定工程では、前記放射線曝射制御工程の判定に基づき、前記放射線強度が推奨放射線強度以上となる場合に前記放射線強度指定手段により前記回転ノブに放射線強度を減少させる向きのトルクが与えられることを特徴とする放射線撮影装置の作動方法。

10

【請求項 5】

前記放射線曝射制御工程では、前記放射線強度と前記推奨放射線強度とに基づき、前記放射線強度指定工程によって指定された放射線強度で放射線の曝射が可能な基準時間を算出することを特徴とする請求項 4 に記載の放射線撮影装置の作動方法。

【請求項 6】

放射線撮影装置の制御方法をコンピュータに実行させるプログラムを格納したコンピュータ可読の記憶媒体であって、当該プログラムが、

対象物に曝射する放射線強度を回転ノブの回転により指定する放射線強度指定工程と、前記放射線強度指定工程によって指定された放射線強度が、予め定められた放射線強度以上となるか判定する放射線曝射制御工程と、を有し、

20

前記放射線強度指定工程では、前記放射線曝射制御工程の判定に基づき、前記放射線強度が推奨放射線強度以上となる場合に前記回転ノブに放射線強度を減少させる向きのトルクが与えられること

をコンピュータに実行させることを特徴とするコンピュータ可読の記憶媒体。

【請求項 7】

前記放射線曝射制御工程では、前記放射線強度と前記推奨放射線強度とに基づき、前記放射線強度指定工程によって指定された放射線強度で放射線の曝射が可能な基準時間を算出することを特徴とする請求項 6 に記載のコンピュータ可読の記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、患者の被曝量を過剰に増大させないための X 線撮影技術に関する。

【背景技術】

【0002】

X 線を利用した X 線画像診断は、現代医療に不可欠になっている。X 線画像診断も静止画による読影用途が一般的であったが、現在では X 線透視による検査や手術支援にまで、その用途を拡大している。

【0003】

特に、X 線により患者（対象物）の内部を透視しながら、血管中を通したカテーテルを用いて治療を行うインターベンショナル・ラジオロジー（IVR）が実施されるようになっている。インターベンショナル・ラジオロジー（IVR）の実施により心臓や脳等、これまで外科手術が難しかった箇所の手術が行えるようになった。

40

【0004】

X 線は上記のように非常に有益である一方で、患者の被曝は避けられず、X 線による診断や手術支援を行う際には、常に被曝のリスクを考慮しなければならない。特に、上記の IVR においては、手術を行う医師や技師（以下、「術者」とする）が、手術における操作（以下、「手技」とする）をする間、断続的に X 線曝射が実施される。したがって、IVR による被曝量は静止画用途のそれに比較して多大になり、手術中の被曝による皮膚障害や、一時的な脱毛などの健康被害の危険性もある。以上のような理由から、従来にも増

50

して被曝線量の管理が重要になっている。

【 0 0 0 5 】

従来、X線強度（単位時間あたりのX線の線量）は診療を行う術者による手動調整が一般的であった。術者は手術目的や検査用途、対象部位、患者の体型や年齢、性別、装置の特性等を鑑み、適切なX線強度を選択していた。また、透視撮影を用いた手技の場合には、術者が手計算で線量を算出し、手術計画を立案していた。

【 0 0 0 6 】

X線撮影装置が自動的に診療、読影に適した画像を出力すべくX線強度や画像処理を自動制御する技術もあった。例えば、自動露出制御（AEC）は、撮影された画像情報を元に、常時一定の画質を得るべく曝射条件や画像処理パラメータを調整する。これにより、手術中に術者が曝射条件や画像処理パラメータを適宜再調整せずとも、常時一定の画質で透視画像が表示されるようになった。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、上記の自動露出制御（AEC）は、あくまでも術者が選択した画質を一定に保つ機能であり、X線強度自体を決定する機能ではない。X線強度決定に際しては、検査の目的、種類、患者属性、装置構成など要素のみならず、術者の画質の好みや、診療方針など、数値化が難しい要素も鑑みる必要がある。したがって、X線撮影装置は、X線強度決定を自動制御のみとすることは難しく、手動設定によるX線強度の調整も受け付ける必要がある。

【 0 0 0 8 】

従来、X線撮影装置による過剰照射の警告手段としては、X線透視撮影時において、X線強度に関わらず、連続曝射時間が所定時間に達した時点で警告を発生するか、曝射を停止するものがあった。

【 0 0 0 9 】

また、術者がより簡単な操作により安全に所望のX線強度を設定できる方法もあった。例えば、撮影部位を選択することによって、予め設定されたX線強度が選択される装置は一般的になっている。また、検査依頼に関する外部情報を基に最適なX線強度を自動的に設定する方法も公知となっている（例えば、特許文献1）。

【特許文献1】特開2002-200062号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

第1の課題として、曝射するX線強度とは無関係に曝射時間によってのみ警告を発生する従来方式は、被曝量とは無関係な警告であるから、被曝被害の抑止は困難である。

【 0 0 1 1 】

第2の課題として、撮影部位の選択等により予め設定されたX線強度を選択する方式は、術者が選択後に再調整を行うときに過剰照射に陥る危険性がある。その場合、過剰照射を抑止することは困難である。自動制御であっても、術者による調整は受け付ける必要があり、同様の課題は存在する。

【 0 0 1 2 】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、術者がX線強度を手動で設定する場合において、過剰照射を未然に抑止し、術者が適正なX線強度を設定することを可能にするX線撮影技術の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明に係る放射線撮影装置は、

対象物に曝射する放射線強度を回転ノブの回転により指定する放射線強度指定手段と、

前記放射線強度指定手段によって指定された放射線強度が、予め定められた放射線強度以上となるか判定する放射線曝射制御手段と、を備え、

前記放射線強度指定手段は、前記放射線曝射制御手段の判定に基づき、前記放射線強度が

10

20

30

40

50

推奨放射線強度以上となる場合に前記回転ノブに放射線強度を減少させる向きのトルクを与えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、術者がX線強度を手動で設定する場合において、過剰照射を未然に抑止し、術者が適正なX線強度を設定することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、図面を参照して、本発明の好適な実施形態を例示的に詳しく説明する。ただし、この実施の形態に記載されている構成要素はあくまで例示であり、本発明の技術的範囲は、特許請求の範囲によって確定されるのであって、以下の個別の実施形態によって限定されるわけではない。

【0016】

以下に示す実施形態では放射線の一例として、X線を示している。また、X線強度は、以下の説明において、単位時間あたりのX線の線量として定義される。

【0017】

(第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係る放射線撮影装置として例示的に示すX線撮影装置1の構成を示す図である。X線撮影装置1において、制御部101は、X線撮影装置1の全体的な制御を行う。制御部101は、構成要素としてCPU、記憶ユニット(ROM、RAM、ハードディスクなどのコンピュータ可読メモリ)を含む。X線撮影装置1の各構成要素はCPUにより動作が制御される。記憶ユニットのうち、ROM、ハードディスクには、X線撮影装置1の動作、制御において必要となるプログラム、X線曝射で必要となるパラメータ、対象物である被検体2に関する情報等を格納することが可能である。RAMはCPUのワークエリアとして利用することが可能である。

【0018】

術者の操作を受け付ける操作部102は、操作内容を表示する表示部1021と、手技の情報を入力するための手技情報入力部1022を有する。また、操作部102は、X線強度(単位時間あたりのX線の線量)の調整、指定を行うためのX線強度指定部1023と、X線曝射の実施のための操作を行うX線曝射操作部1024を有する。

【0019】

図3は、本実施形態における操作部102の構成を例示する図である。表示部1021には、例えば、操作内容の表示(7.5 pulse/sec、82 kV、70 mA)と共に、推奨情報(7.5 pulse/sec、82 kV、60 mA)を表示することが可能である。

【0020】

手技情報入力部1022は、押しボタンスイッチ等により、手技の内容や、撮影部位等が選択できるようになっている。手技情報入力部1022は、メンブレンスイッチ等により、手技の内容や、撮影部位等を選択できるように構成することも可能である。

【0021】

X線強度指定部1023は、例えば、図3に示すような、ダイヤル式のX線強度調整摘みにより構成することが可能である。X線強度調整摘みは、ロータリーエンコーダを有し、術者の操作を検出する。X線強度調整摘み1023には、サーボモータが機械的に接続されており、電気信号を与えることによって、X線強度調整摘みに回転トルクを発生させることができる。術者が調整摘みを回転させるとき、ロータリーエンコーダは調整摘みの回転方向を検知する。推奨X線強度を超えてX線強度を増加させるように術者が操作を行う場合、術者の操作と逆方向に回転トルクを与えれば、術者が操作に要する力は増大し、過剰なX線強度の設定を抑制することが可能になる。

【0022】

X線曝射操作部1024は、不図示のフットペダルやスイッチとして構成することが可

10

20

30

40

50

能である。

【0023】

推奨X線強度管理部103は、操作部102から入力された手技に適したX線強度を推奨X線強度として取得し、RAMなどのメモリに保持する。推奨X線強度は、手技内容や検査用途、被検体の部位、被検体（患者）属性等により異なる。

【0024】

X線曝射制御部（放射線曝射制御手段）104は、X線強度指定部1023によって術者が指定したX線強度（以下、「曝射X線強度」とする）をX線発生部106から曝射すべく、X線発生部（放射線発生手段）106を制御する。放射線曝射時間が基準時間を超える場合、X線曝射制御部（放射線曝射制御手段）104は、X線発生部（放射線発生手段）106を制御して、推奨放射線強度まで低下した曝射放射線強度を、X線発生部（放射線発生手段）106から対象物に曝射させる。また、X線曝射制御部104は、推奨X線強度と曝射X線強度の比較を行い、曝射X線強度が、メモリに保持され、予め定められた推奨X線強度以上になった場合に、過剰曝射であると判定する。そして、X線曝射制御部104は、曝射X線強度で被検体2にX線を曝射した場合に過剰曝射になることを示す過剰線量信号を生成し、生成した過剰線量信号を警告発生部105に送信する。

10

【0025】

警告発生部105は、X線曝射制御部104により生成された過剰線量信号を受信し、受信した過剰線量信号に基づき過剰曝射を報知するための警告信号を発生する。そして、警告発生部105は、警告信号を、操作部102及び画像表示制御部109に送信する。操作部102及び画像表示制御部109は受信した警告信号に基づいて、警告をそれぞれ表示部1021、表示装置160に表示して、術者に報知することが可能である。

20

【0026】

推奨X線強度管理部103，X線曝射制御部104，および警告発生部105は、制御部101によって実行される機能の1つであり、CPUがこれらの機能を上記プログラムに基づいて実行する。

【0027】

X線発生部106は、X線管球1061を備え、X線曝射制御部104の制御の下、被検体2にX線を曝射する。

【0028】

撮影部107は、被検体2を透過したX線を検出する2次元平面センサを有する。

30

【0029】

画像処理部108は、撮影部107により検出されたX線画像を処理する画像処理回路であり、画像表示制御部109は、画像処理部108で処理されたX線画像を表示装置160に表示するための表示制御を行う表示制御回路である。

【0030】

次に、本実施形態に係るX線撮影装置1の動作の流れを図2のフローチャートを参照して説明する。本処理は、CPUの全体的な制御の下、X線撮影装置1の各構成要素の動作により実行される。

【0031】

（ステップS201）

手術実施前の、ステップS201において、推奨X線強度管理部103は、推奨X線強度となるX線強度を取得し、保持する。この際、操作部102は、表示部1021に、術者に推奨X線強度の入力を促す旨の表示を行う。術者は、手技に適すると思われる推奨X線強度を、X線強度指定部1023を用いて指定する。ここで、X線強度指定部1023は、対象物に曝射する放射線強度を指定する指定手段として機能する。指定された推奨X線強度は、推奨X線強度管理部103に送信される。ここで、推奨X線強度を決定する者は、術者でなくともよく、手術開始前に予め別の技師が推奨X線強度を入力しても良い。または、用途が限られた装置であれば、装置の設置時に設定された推奨X線強度が常に適用されるようにすることも可能である。

40

50

【 0 0 3 2 】

(ステップ S 2 0 2)

手術開始時または手術中において、術者は被検体 2 に曝射する曝射 X 線強度を X 線強度指定部 1 0 2 3 の指定によって決定する。このとき、X 線曝射制御部 1 0 4 は、X 線強度指定部 1 0 2 3 により指定された X 線強度に基づいて、X 線発生部 1 0 6 に印加する管電圧、管電流及びパルス幅を制御する。実際の X 線曝射は、術者が X 線曝射操作部 1 0 2 4 の操作により、X 線曝射を指示すれば実施される。

【 0 0 3 3 】

(ステップ S 2 0 3)

X 線曝射制御部 1 0 4 は、曝射 X 線強度 (ステップ S 2 0 2 において、X 線強度指定部 1 0 2 3 によって術者が指定した X 線強度) と、ステップ S 2 0 1 において決定された推奨 X 線強度を比較する。ここで、X 線曝射制御部 1 0 4 は、X 線強度指定部 1 0 2 3 によって指定された放射線強度が、予め定められた放射線強度以上となるか判定する放射線曝射制御手段として機能する。X 線曝射制御部 1 0 4 は、曝射 X 線強度が推奨 X 線強度以上となった場合に、過剰照射であると判定する (S 2 0 3 - Y E S)。そして、X 線曝射制御部 1 0 4 は、X 線の過剰照射となることを示す過剰 X 線強度信号を生成し、過剰 X 線強度信号を警告発生部 1 0 5 に送信する。曝射 X 線強度が推奨 X 線強度以上とならない場合 (S 2 0 3 - N O)、処理はステップ S 2 0 2 に戻され、同様の処理を繰り返す。

【 0 0 3 4 】

(ステップ S 2 0 4)

警告発生部 1 0 5 は、X 線曝射制御部 1 0 4 (放射線曝射制御手段) の判定に基づき、放射線強度が推奨放射線強度以上となることを示す警告信号を発生する。警告発生部 1 0 5 は、X 線曝射制御部 1 0 4 から送信された過剰 X 線強度信号を受信すると、過剰 X 線強度信号に基づき警告信号を生成する。そして、警告発生部 1 0 5 は、操作部 1 0 2 及び画像表示制御部 1 0 9 に対して、警告信号を送信する。

【 0 0 3 5 】

(ステップ S 2 0 5)

操作部 1 0 2 は受信した警告信号に基づいて、過剰照射である旨の警告を操作部 1 0 2 の報知部として機能する表示部 1 0 2 1 に表示して、術者に報知する。

【 0 0 3 6 】

ここで、X 線強度指定部 1 0 2 3 は、術者によって X 線強度を増加させる方向に調整つまみが回されたとき、X 線強度を減少させる方向に回転トルクを発生させて、過剰曝射になるのを抑制するために X 線強度を減少させることが可能である。即ち、推奨 X 線強度であるレベル 3 0 1 を超えて、術者が矢印 3 0 4 方向に調整つまみを回転させ曝射 X 線強度を増加させた場合、X 線強度指定部 1 0 2 3 は矢印 3 0 3 方向に回転トルクを発生させて曝射 X 線強度の増加を抑制するように動作する。

【 0 0 3 7 】

更に、画像表示制御部 1 0 9 は、受信した警告信号に基づいて、過剰照射である旨の警告を報知部として機能する表示装置 1 6 0 に表示して、術者に報知する。

【 0 0 3 8 】

そして、処理は、ステップ S 2 0 2 に戻される。

【 0 0 3 9 】

尚、本実施形態では、過剰曝射になる旨の警告を、表示部 1 0 2 1 及び表示装置 1 6 0 に表示して、術者に報知する構成としたが、本発明の趣旨は、この例に限定されるものではないことは言うまでもない。例えば、警告発生部 1 0 5 が、スピーカや警告灯を具備し、過剰線量信号の受信に基づき、それらを用いて警告を行うようにしてもよい。また、警告信号に基づく表示部 1 0 2 1 及び表示装置 1 6 0 の警告表示とスピーカや警告灯による警告とを併用しても、本発明の趣旨は実現されることは言うまでも無い。

【 0 0 4 0 】

以上説明したように、本実施形態に拠れば、術者が X 線強度を手動で設定する場合にお

10

20

30

40

50

いて、過剰曝射を未然に抑止し、術者が適正な X 線強度を設定することが可能になる。

【 0 0 4 1 】

(第 2 実施形態)

図 4 は第 2 実施形態に係る X 線撮影装置 4 1 の構成を示す図である。第 1 実施形態に係る X 線撮影装置 1 と同一の構成要素については、同一の参照番号を付し、重複を避けるために説明を省略する。

【 0 0 4 2 】

通信部 4 0 1 は、ネットワーク 1 5 0 と接続可能な X 線情報受信部 4 0 1 1 を備え、X 線情報受信部 4 0 1 1 を介して、外部の情報管理装置や他の画像診断装置等、外部装置との通信を行うことが可能な回路である。X 線情報受信部 4 0 1 1 は、情報管理装置等の外部装置から送信される推奨 X 線強度、患者情報や手技情報等を保持することが可能である。X 線情報受信部 4 0 1 1 を介して適切な推奨 X 線強度を外部の情報管理装置から取得することができる。

10

【 0 0 4 3 】

推奨 X 線強度管理部 4 0 2 は、手技に適した X 線強度を推奨 X 線強度として取得し、保持し、管理することが可能である。推奨 X 線強度は、手技内容や検査用途、部位、患者属性等により異なる。推奨 X 線強度管理部 4 0 2 は、複数の推奨 X 線強度を記憶できる記憶部 4 0 2 1 を有し、記憶部 4 0 2 1 は、手技内容、検査用途、部位、患者属性等に応じた推奨 X 線強度を格納することが可能である。推奨 X 線強度管理部 4 0 2 は、X 線情報受信部 4 0 1 1 に保持されている推奨 X 線強度、手技情報、患者情報を取得し、これを記憶部 4 0 2 1 に格納する。

20

【 0 0 4 4 】

推奨 X 線強度管理部 4 0 2 は、記憶部 4 0 2 1 に格納されている手技、患者属性等に対応した X 線強度に基づき、手技内容や患者属性及び撮像部位等から適切な X 線強度を選択し、推奨 X 線強度とすることができる。これらにより、術者が X 線強度を手計算する機会は減少する。

【 0 0 4 5 】

X 線曝射制御部 4 0 3 は、術者が X 線強度指定部 1 0 2 3 によって指定した曝射 X 線強度を X 線発生部 1 0 6 から曝射すべく、X 線発生部 1 0 6 を制御する。また、X 線曝射制御部 4 0 3 は、推奨 X 線強度と曝射 X 線強度の比較を行い、曝射 X 線強度が推奨 X 線強度以上になった場合に、過剰照射であると判定する。そして、X 線曝射制御部 4 0 3 は、曝射 X 線強度で被検体 2 に X 線を曝射した場合に過剰曝射になることを示す過剰 X 線強度信号を発生し、生成した過剰線量信号を警告発生部 4 0 5 に送信する。

30

【 0 0 4 6 】

更に、X 線曝射制御部 4 0 3 は、X 線曝射時間の計測が可能な計時ユニット（以下、「タイマ」という）4 0 3 1 を有する。タイマ 4 0 3 1 は、X 線曝射制御部により、X 線曝射時間の計測を開始するタイミングが制御される。タイマ 4 0 3 1 により、過剰曝射の状態が連続する時間（経過時間）を計測することが可能である。

【 0 0 4 7 】

X 線曝射制御部（放射線曝射制御手段）4 0 3 は、曝射放射線強度と推奨放射線強度とに基づき、指定された放射線強度で放射線の曝射が可能な基準時間を算出する。X 線曝射制御部 4 0 3 は、基準となる連続した曝射が可能な時間（基準時間）を超えた場合に過剰線量信号を生成し、生成した過剰線量信号を警告発生部 1 0 5 に送信することが可能である。

40

【 0 0 4 8 】

推奨 X 線強度管理部 4 0 2 , X 線曝射制御部 4 0 3 , および警告発生部 4 0 5 は、制御部 1 0 1 によって実行される機能の 1 つであり、C P U がこれらの機能を上記プログラムに基づいて実行する。

【 0 0 4 9 】

警告発生部 4 0 5 は、X 線曝射制御部 4 0 3 から送信された過剰 X 線強度信号を受信す

50

ると、過剰X線強度信号に基づき警告信号を発生する。そして、警告発生部405は、生成した警告信号を、操作部102、画像処理部408、画像表示制御部109に送信する。

【0050】

画像処理部408は、撮影部107によって撮影されたX線画像に対して、ガンマ補正やノイズ除去等の加工を必要に応じて行う。また、画像処理部408は、術者の注目している領域を検出あるいは指定する機構を備えており、術者の注目領域の内外で画像処理を変更することもできるようになっている。

【0051】

次に、本実施形態に係るX線撮影装置41の動作の流れを図5のフローチャートを参照して説明する。本処理は、CPUの全体的な制御の下、X線撮影装置41の各構成要素の動作により実現される。

【0052】

(ステップS501)

手技実施前の、ステップS501において、推奨X線強度管理部402は、推奨X線強度となるX線強度を設定する。

【0053】

通信部401は、X線情報受信部4011を通じて外部装置から送信される推奨X線強度等を取得する。推奨X線強度は、例えば、外部の情報管理装置(不図示)により、X線の種類に応じた推奨X線強度に関する情報を含むデータベースに保持され、患者情報や手技情報と共に統合的に管理されている。推奨X線強度は、患者情報や手技情報と共にX線撮影装置41にダウンロードされる。

【0054】

推奨X線強度管理部402は、X線情報受信部4011に保持されている推奨X線強度、手技情報、患者情報を取得し、これを記憶部4021に格納する。推奨X線強度管理部402は、記憶部4021を参照し、推奨X線強度を設定する。

【0055】

推奨X線強度、手技情報、患者情報は、操作部102を介して入力することも可能である。推奨X線強度管理部402の記憶部4021は、X線情報受信部4011から取得した推奨X線強度等と、操作部102を介して入力された推奨X線強度等とを識別可能な状態で格納するメモリである。推奨X線強度管理部402は、記憶部4021を参照し、推奨X線強度を選択的に設定することが可能である。この選択的な設定は、術者の判断に基づく設定であってもよい。また、X線情報受信部4011から取得した推奨X線強度等と、操作部102を介して入力された推奨X線強度等とに優先順位を設定して、優先順位に基づいて推奨X線強度管理部402が推奨X線強度を設定するようにしてもよい。

【0056】

設定された推奨X線強度は、X線曝射制御部403に送信される。

【0057】

(ステップS502)

手技開始時または術中において、術者は被検体2に曝射する曝射X線強度をX線強度指定部1023の指定によって決定する。このとき、X線曝射制御部403は、X線強度指定部1023により指定されたX線強度に対応して、X線発生部106に印加する管電圧、管電流及びパルス幅を制御する。実際のX線曝射は、術者がX線曝射操作部1024の操作により、X線曝射を指示すれば実施される。

【0058】

(ステップS503)

X線曝射制御部403は、曝射X線強度と、推奨X線強度を比較する。X線曝射制御部403は、曝射X線強度が推奨X線強度以上となった場合に、過剰曝射であると判定し(S503-YES)、処理をステップS504に進める。

【0059】

10

20

30

40

50

(ステップS504)

先のステップS503において、X線曝射制御部403が過剰照射と判定した場合、X線曝射制御部403は、X線の過剰曝射となることを示す過剰X線強度信号を生成する。そして、X線曝射制御部403は、警告発生部405に対して第1の警告を発生させるために過剰X線強度信号を送信する。同時に、X線曝射制御部403は、内部のタイマ4031を起動して、X線が過剰曝射の状態となる経過時間の計測を開始する。

【0060】

過剰X線強度信号を受信した警告発生部405は、過剰X線強度信号に基づき警告信号を生成する。そして、警告発生部405は、操作部102、画像処理部408及び画像表示制御部109に対して、警告信号を送信する。

10

【0061】

警告信号を受信した、操作部102、画像処理部408及び画像表示制御部109は、過剰曝射となることを報知するための第1の警告を発生させる。

【0062】

操作部102は受信した警告信号に基づいて、過剰曝射である旨の警告を操作部102の報知部として機能する表示部1021に表示して、術者に報知する。この際、X線強度指定部1023の操作に関し、調整摘みが術者により、X線強度を増加させる方向に回されたとき、X線強度を減少させる方向に回転トルクを発生する構成は第1実施形態と同様である。

【0063】

20

また、画像表示制御部109は、受信した警告信号に基づいて、過剰曝射である旨の警告を報知部として機能する表示装置160に表示して、術者に報知する。

【0064】

更に、画像処理部108は、警告信号の受信により、施す画像処理を変更することも可能である。例えば、画像処理部108が、警告信号を受信した場合、本来出力すべき輝度値より高い値を出力することにより、画質を変化させて、術者に対して注意喚起（報知）を行うことも可能である。この場合、画質を変化させて、術者に対して注意喚起（報知）を行う画像処理部108は報知部として機能する。

【0065】

例えば、本来出力すべき輝度値 P_0 としたとき、実際の出力輝度値 P_E を、術者が指定したX線強度 X_S 、推奨X線強度 X_R に基づいて、(1)式のように変更することも可能である。

30

【0066】

$$P_E = P_0 \times (X_S / X_R)$$

(ただし X_S は正の定数)・・・(1)

尚、輝度値の変更は、例示的なものであり、本発明の趣旨は、この例に限定されるものでないことはいうまでもない。

【0067】

但し、画像処理部108は、術者の注目している領域を検出あるいは指定する構成を具備しているので、術者の注目領域外部に対して上記の処理を実施することが好ましい。

40

【0068】

(ステップS505)

一方、先のステップS503において、指定されたX線強度は推奨X線強度以上とならない場合、X線曝射制御部403は、過剰照射でないと判定する。そして、ステップS505において、X線曝射制御部403は、内部のタイマ4031をリセットし、処理をステップS502に戻す。

【0069】

(ステップS506)

X線曝射制御部403は、タイマ4031により過剰曝射の状態が連続している時間を測定する。X線曝射制御部403は、計測された経過時間と予め設定された基準時間と比

50

較し、経過時間が基準時間を超えたか否かを判定する。

【 0 0 7 0 】

ここで、基準時間は、連続した曝射が可能な時間をいう。基準時間は、一定時間として X 線曝射制御部 4 0 3 が記憶部 4 0 2 1 に保持させることが可能である。また、基準時間は過剰照射の程度（曝射 X 線強度が推奨 X 線強度をどの程度超えたか）に応じて、(2) 式に従い算出し、曝射条件に従い変更することも可能である。

【 0 0 7 1 】

例えば、基準時間 T_{TH} を、術者が指定した曝射 X 線強度 X_S 、推奨 X 線強度 X_R とすると、X 線曝射制御部 4 0 3 は、以下のように基準時間 T_{TH} を変更することが可能である。

【 0 0 7 2 】

$$T_{TH} = (X_R / (X_S - X_R)) \quad (\text{ただし } \text{は正の定数}) \cdots (2)$$

また、X 線曝射制御部 4 0 3 は、曝射 X 線強度が推奨 X 線強度を超えない場合であっても、現在指定されている曝射 X 線強度に基づき、積算の被曝量から連続した曝射が可能な基準時間を算出することができる。

【 0 0 7 3 】

X 線曝射制御部 4 0 3 は、基準時間の算出において、曝射する部位、手技の内容に応じて基準時間を変更することも可能である。

【 0 0 7 4 】

(ステップ S 5 0 7)

ステップ S 5 0 6 の判定で、X 線曝射制御部 4 0 3 は、過剰曝射が基準時間以上連続していると判定した場合、X 線曝射制御部 4 0 3 は、X 線の過剰照射が基準時間以上連続していることを示す連続過剰線量信号を生成する。そして、X 線曝射制御部 4 0 3 は、警告発生部 4 0 5 に対して第 2 の警告を発生させるために連続過剰線量信号を送信する。

【 0 0 7 5 】

連続過剰線量信号を受信した警告発生部 1 0 5 は、連続過剰線量信号に基づき連続警告信号を生成する。そして、警告発生部 1 0 5 は、操作部 1 0 2 及び画像表示制御部 1 0 9 に対して、連続警告信号を送信する。

【 0 0 7 6 】

連続警告信号を受信した、操作部 1 0 2、画像処理部 4 0 8 及び画像表示制御部 1 0 9 は、過剰曝射が基準時間を超えて連続していることを報知するための第 2 の警告を発生させる。

【 0 0 7 7 】

操作部 1 0 2 は受信した連続警告信号に基づいて、過剰照射が基準時間を超えて連続している旨の警告を操作部 1 0 2 の表示部 1 0 2 1 に表示して、術者に報知する。

【 0 0 7 8 】

また、画像表示制御部 1 0 9 は、受信した連続警告信号に基づいて、過剰照射が基準時間を超えて連続している旨の警告を表示装置 1 6 0 に表示して、術者に報知する。

【 0 0 7 9 】

更に、画像処理部 1 0 8 は、連続警告信号の受信により、施す画像処理を変更することも可能である。

【 0 0 8 0 】

ここで、X 線曝射制御部 4 0 3 は連続過剰線量信号を生成するとともに、あるいは、一定時間の経過後に、指定された曝射 X 線強度を強制的に推奨 X 線強度まで低下させても良い。

【 0 0 8 1 】

第 2 の警告発生後に処理はステップ S 5 0 2 に戻され、以下、同様の処理が繰り返される。

【 0 0 8 2 】

次に、図 5 で説明した処理の流れを、図 6 のタイミングチャートの参照により具体的に説明する。図 6 (a) において、第 1 及び第 2 の警告が発生した状態を H I (H i g h) として示す。図 6 (b) において、横軸は時間、縦軸は X 線の強度 (単位時間あたりの X 線の線量) を指す。

【 0 0 8 3 】

時刻 t_1 は、手術開始時である。このときステップ S 5 0 1 が実行され、推奨 X 線強度となる X 線強度が設定される。更に、ステップ S 5 0 2 によって、曝射 X 線強度が指定される。

【 0 0 8 4 】

時刻 t_2 において、術者が曝射 X 線強度を推奨 X 線強度以上に設定すると、第 1 の警告が報知される。同時に、X 線曝射制御部 4 0 3 は、タイマ 4 0 3 1 を起動して、時刻 t_2 からの経過時間を測定する。

10

【 0 0 8 5 】

更に、X 線曝射制御部 4 0 3 は、曝射 X 線強度と、推奨 X 線強度との差分に基づき、ステップ S 5 0 6 における基準時間 T_{TH0} を計算し、時刻 t_2 からの経過時間が基準時間 T_{TH0} を超えるか否かの判定を行う。

【 0 0 8 6 】

時刻 t_3 において、術者は曝射 X 線強度を一旦推奨 X 線強度以下に設定すると、ステップ S 5 0 5 が実行され、タイマ 4 0 3 1 はリセットされる。

【 0 0 8 7 】

20

術者は、時刻 t_4 において、再度曝射 X 線強度を推奨 X 線強度以上に設定すると、再度第 1 の警告が報知される。タイマ 4 0 3 1 は時刻 t_4 からの経過時間を計測する。X 線曝射制御部 4 0 3 は、新たに設定された曝射 X 線強度と、推奨 X 線強度との差分に基づき、ステップ S 5 0 6 における基準時間 T_{TH1} を計算し、時刻 t_4 からの経過時間が基準時間 T_{TH1} を超えるか否かの判定を行う。

【 0 0 8 8 】

時刻 t_4 からの経過時間が基準時間 T_{TH1} を超える場合、時刻 t_5 において、ステップ S 5 0 7 が実行され、第 2 の警告が報知される。

【 0 0 8 9 】

その後、術者は曝射 X 線強度を一旦推奨 X 線強度以下に設定すると、第 1 及び第 2 の警告は解消する。

30

【 0 0 9 0 】

術者は、時刻 t_6 において、再度曝射 X 線強度を推奨 X 線強度以上に設定すると、再度第 1 の警告が報知される。タイマ 4 0 3 1 は時刻 t_6 からの経過時間を計測する。X 線曝射制御部 4 0 3 は、新たに設定された曝射 X 線強度と、推奨 X 線強度との差分に基づき、ステップ S 5 0 6 における基準時間 T_{TH2} を計算し、時刻 t_6 からの経過時間が基準時間 T_{TH2} を超えるか否かの判定を行う。

【 0 0 9 1 】

時刻 t_6 からの経過時間が基準時間 T_{TH2} を超える場合、時刻 t_8 において、ステップ S 5 0 7 が実行され、第 2 の警告が報知される。

40

【 0 0 9 2 】

ここで、時刻 t_4 の曝射 X 線強度と時刻 t_6 の曝射 X 線強度との差分を差分曝射 X 線強度 6 0 1 とする。時刻 t_6 において設定された曝射 X 線強度は、時刻 t_4 において設定された曝射 X 線強度に比べて差分曝射 X 線強度 6 0 1 分、設定が低い。このため、時刻 t_6 からの経過時間が $(t_5 - t_4)$ に相当する時刻 t_7 に達しても、第 2 の警告は報知されない。曝射 X 線強度の設定が低い分、第 2 の警告を報知する時刻 t_8 は、時間 (時刻 t_8 - 時刻 t_7) 相当分延長される。

【 0 0 9 3 】

本実施形態の X 線曝射制御部 4 0 3 は、過剰照射の程度 (曝射 X 線強度が推奨 X 線強度をどの程度超えたか) に応じて、基準時間 (図 6 の場合、 $T_{TH1} = t_5 - t_4$ 、 T_{TH2})

50

$t_2 = t_8 - t_6$) を算出する。そして、過剰曝射が基準時間以上連続していると判定した場合、X線曝射制御部403は、X線の過剰照射が基準時間以上連続していることを示す連続過剰線量信号を生成する。連続過剰線量信号を受信した警告発生部405は、連続過剰線量信号に基づき連続警告信号を生成し、第2の警告を報知するための処理が実行されることになる。

【0094】

以上説明したように、本実施形態に拠れば、術者がX線強度を手動で設定する場合において、過剰曝射を未然に抑止し、術者が適正なX線強度を設定することが可能になる。

【0095】

照射X線強度が推奨X線強度を予め定められた時間連続して上回った場合にも、警告を発することができる。これにより、術者が一時的に過剰照射を承知で手技を行うときに、時間経過による警告を行うことができるので、過剰曝射を抑止し、安全性の向上が可能になる。

【0096】

(変形例)

第2実施形態では、曝射X線強度が推奨X線強度を一定時間以上連続して超える場合に警告を報知する構成を説明した。

【0097】

この例に限らず、本発明の趣旨は、例えば、曝射X線強度が推奨X線強度以下の場合であっても、X線曝射制御部403は、曝射開始からタイマ4031を起動し、曝射X線強度と積算の被曝量から、連続して曝射可能な基準時間を算出することも可能である。この場合、曝射可能な残時間が一定時間以下になったタイミングで、X線曝射制御部403は、曝射可能な基準時間が満了することを示す信号を生成する。

【0098】

曝射可能時間が満了することを示す信号を受信した警告発生部405は、曝射可能時間が満了することを示す警告信号を生成する。そして、警告発生部405は、操作部102、画像表示制御部109に警告信号を送信し、表示部1021、表示装置160に曝射可能時間が満了する旨を報知させることも可能である。

【0099】

(第3実施形態)

第1実施形態では、操作部102の構成例として、X線強度指定部にロータリーエンコーダとサーボモータを実装した調整摘みを利用する例で説明した。操作部102の構成例としては、この他、タッチパネルやメンブレンスイッチで構成することも可能である。

【0100】

図7は、タッチパネルを用いた操作部702の構成例を示す図である。操作部702の構成としては、表示部1021、タッチパネルやメンブレンスイッチで構成された手技情報入力部7022を備えている。そして、X線強度指定部7023には、X線強度増加ボタン7024とX線強度減少ボタン7025がそれぞれ配置されている。X線強度増加ボタン7024、X線強度減少ボタン7025の押下により、曝射X線強度を増加させ、または減少させることができる。例えば、術者がX線強度減少ボタン7025を1秒程度押しつづけるような特殊な操作が入力された場合、X線強度指定部1023は特殊な操作入力を検知し、曝射X線強度を推奨X線強度まで引き下げるように構成することも可能である。

【0101】

回転型の調整摘みだけでなく、タッチパネルやメンブレンスイッチにより操作部を構成しても、多様な操作形態を持つX線撮影装置に適用が可能である。

【0102】

更に、術者がX線強度減少ボタン7025を押下しつづけた場合などの特殊な操作を検出し、曝射X線強度を推奨X線強度まで引き下げることができるので、操作性が向上し、安全性を向上させることが可能になる。

【 0 1 0 3 】

(他の実施形態)

なお、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録したコンピュータ可読の記憶媒体を、システムあるいは装置に供給することによっても、達成されることは言うまでもない。また、システムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。

【 0 1 0 4 】

この場合、記憶媒体から読出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

10

【 0 1 0 5 】

プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、不揮発性のメモリカード、ROMなどを用いることができる。

【 0 1 0 6 】

また、コンピュータが読出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現される。また、プログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているOS（オペレーティングシステム）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 7 】

【図1】第1実施形態に係るX線撮影装置の構成を示す図である。

【図2】第1実施形態に係るX線撮影装置の動作の流れを説明する図である。

【図3】操作部102の構成を示す図である。

【図4】第2実施形態に係るX線撮影装置の構成を示す図である。

【図5】第2実施形態に係るX線撮影装置41の動作の流れを説明する図である。

【図6】図5で説明した処理の流れを具体的に説明する図である。

【図7】タッチパネルを用いた操作部702の構成例を示す図である。

30

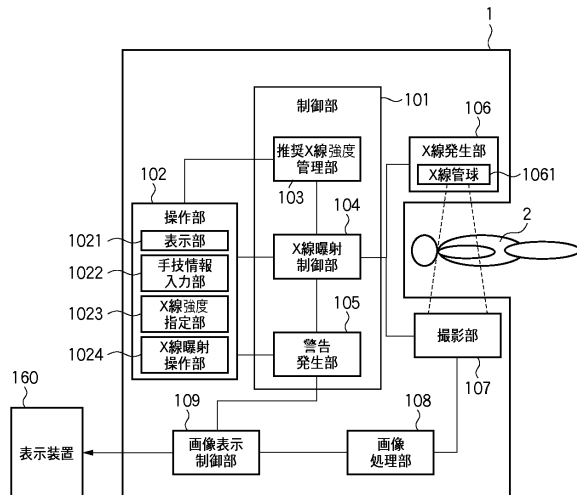
【符号の説明】

【 0 1 0 8 】

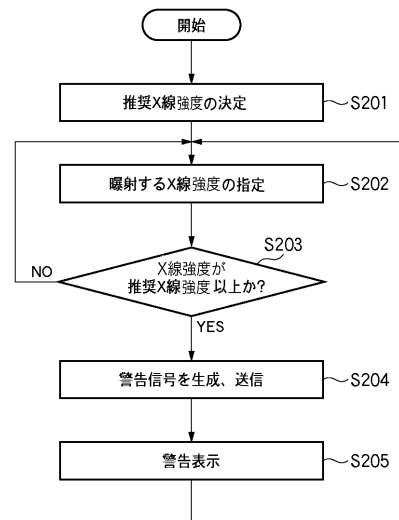
- 1 X線撮影装置
- 101 制御部
- 102 操作部
- 1021 表示部
- 1022 手技情報入力部
- 1023 X線強度指定部
- 1024 X線曝射操作部
- 103 推奨X線強度管理部
- 104 X線曝射制御部
- 105 警告発生部
- 106 X線発生部
- 107 撮影部
- 108 画像処理部
- 109 画像表示制御部

40

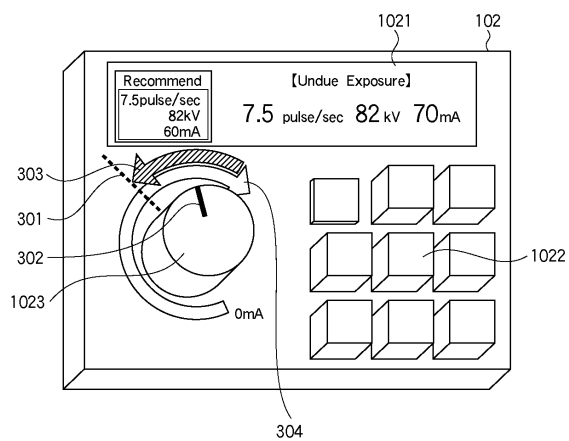
【図 1】



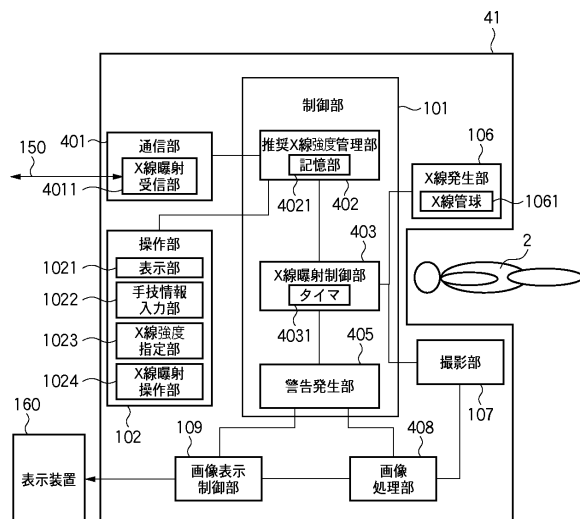
【図 2】



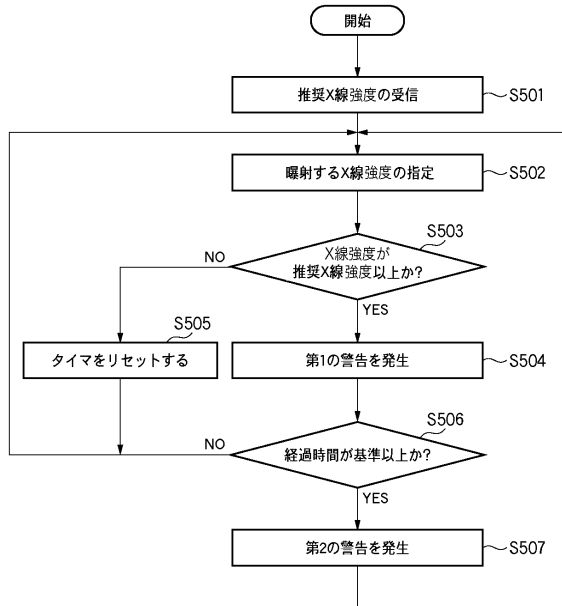
【図 3】



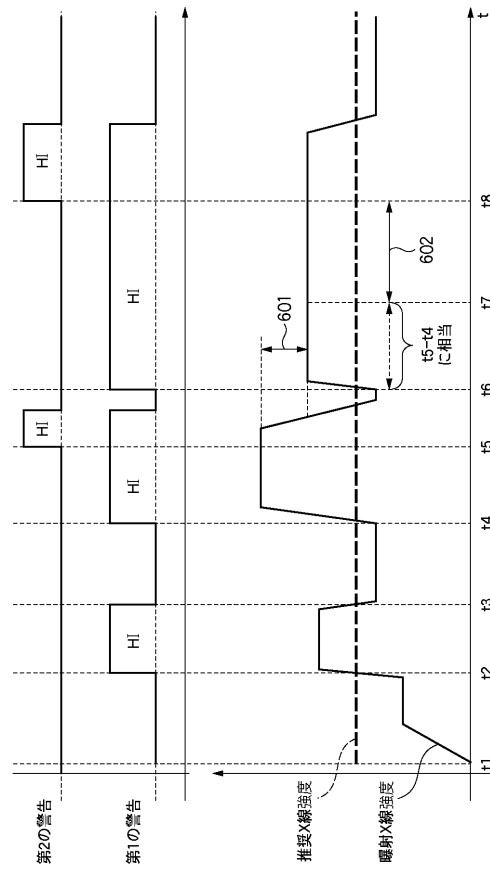
【図 4】



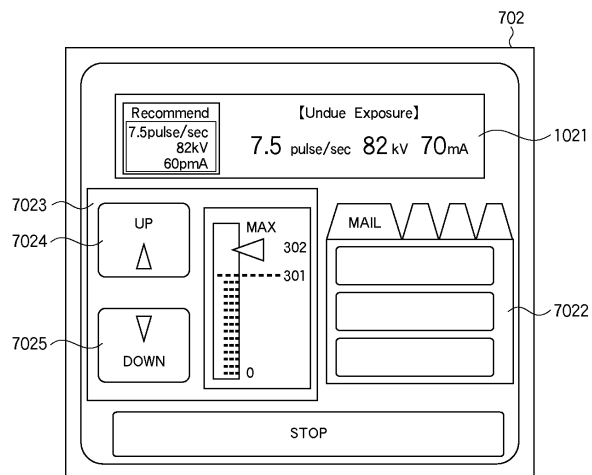
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 崇
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 亀澤 智博

(56)参考文献 特開2004-065815(JP,A)
特開2005-253801(JP,A)
特開2005-198762(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 6/00
A61B 6/10