

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6072102号  
(P6072102)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)

(51) Int.Cl.

**A 6 1 B 6/00 (2006.01)**

F 1

A 6 1 B 6/00 3 3 0 Z

A 6 1 B 6/00 Z DM

請求項の数 14 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-17890 (P2015-17890)  
 (22) 出願日 平成27年1月30日(2015.1.30)  
 (65) 公開番号 特開2016-140515 (P2016-140515A)  
 (43) 公開日 平成28年8月8日(2016.8.8)  
 審査請求日 平成28年6月9日(2016.6.9)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100126240  
 弁理士 阿部 琢磨  
 (74) 代理人 100124442  
 弁理士 黒岩 創吾  
 (72) 発明者 官本 秀昭  
 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 安田 明央

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線撮影システム及び放射線撮影方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射線を検出する複数の放射線検出装置と、前記複数の放射線検出装置の一部が重ね合わせられた状態で複数の放射線検出装置から取得される複数の放射線画像を合成して合成画像を生成する合成処理部を有した放射線撮影システムにおいて、

前記合成画像において該重ね合わせられた放射線検出装置の構造物の写り込みを低減する補正を行う画像補正部と、

前記画像補正部によって補正された合成画像に対して階調変換を行う階調処理部とを備えることを特徴とする放射線撮影システム。

【請求項2】

前記放射線検出装置の一部を重ね合わせながら複数の放射線検出装置を配置する撮影台を備えることを特徴とする請求項1に記載の放射線撮影システム。

【請求項3】

放射線を照射する放射線発生部を備え、前記放射線発生部から照射される放射線が複数の放射線検出装置に同時に照射されることを特徴とする請求項1に記載の放射線撮影システム。

【請求項4】

前記複数の放射線検出装置から出力される放射線画像を、被検者の画像情報が含まれた放射線画像であるのか、被検者の画像情報が含まれていない放射線画像であるのか区別して記憶する記憶部を備えることを特徴とする請求項1に記載の放射線撮影システム。

## 【請求項 5】

前記記憶部は、前記複数の放射線検出装置によって同時に撮影された複数の放射線画像を関連付けて記憶し、前記合成処理部は関連付けられた放射線画像を合成することを特徴とする請求項 4 に記載の放射線撮影システム。

## 【請求項 6】

前記画像補正部は、一方の放射線検出装置から取得される放射線画像から他方の放射線検出装置の構造物が写り込んだ領域を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

## 【請求項 7】

前記画像補正部は、前記合成画像において該重ね合わせられた放射線検出装置の構造物が写り込んだ領域を、前記領域に隣接する正常な画像領域の情報を利用して補正することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

10

## 【請求項 8】

前記画像補正部は、前記合成画像において該重ね合わせられた放射線検出装置の構造物が写り込んだ領域の欠陥行に対して、欠陥行に隣接する正常な画像領域を有した正常行を用いて補正することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

## 【請求項 9】

前記画像補正部は、前記正常行の放射線画像を欠陥行の放射線画像と相関を取りながら欠陥行の放射線画像にブレンドして、前記欠陥行を補正することを特徴とする請求項 8 に記載の放射線撮影システム。

20

## 【請求項 10】

前記画像補正部は、前記合成画像において該重ね合わせられた放射線検出装置の構造物が写り込んだ領域を行単位の欠陥行に分割し、前記領域の端行から、端行に隣接する正常領域の一部である正常行あるいは補正済みの欠陥行の画素値分布に近付ける補正処理を行毎に繰り返すことを特徴とする請求項 8 に記載の放射線撮影システム。

## 【請求項 11】

前記画像補正部は、前記合成画像において該重ね合わせられた放射線検出装置の構造物が写り込んだ領域を挟み込む上下の隣接行から、双方向に該重ね合わせられた放射線検出装置の構造物が写り込んだ領域を補正することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

30

## 【請求項 12】

複数の放射線検出装置の一部が重ね合わせられた状態で複数の放射線検出装置から取得される複数の放射線画像を合成して合成画像を生成する放射線撮影方法において、

前記合成画像において該重ね合わせられた放射線検出装置の構造物の写り込みを低減する補正を行うステップと、

該補正された合成画像に対して階調変換を行うステップとを有することを特徴とする放射線撮影方法。

## 【請求項 13】

前記階調処理部は、前記複数の放射線検出装置から取得された複数の画像データの特徴量をそれぞれ解析して、前記合成画像の階調変換特性を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

40

## 【請求項 14】

前記特徴量には、少なくとも各画像データのヒストグラム、最大画素値、最小画素値のうち 1 つが含まれることを特徴とする請求項 13 に記載の放射線撮影システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、放射線を用いて撮影を行う放射線撮影システム及び放射線撮影方法に関するものである。

## 【背景技術】

50

## 【 0 0 0 2 】

近年、例えば医療分野では被検者の脊髄や下肢の全体や全身を撮影するといった、観察領域が広い撮影（以下、長尺撮影と称する）が行われている。特許文献1には、複数の放射線検出装置（放射線撮影装置）を並べて撮影することで、長尺撮影を行うことができる放射線撮影システムが開示されている。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 0 4 0 1 4 0 号 公 報

## 【 発明の概要 】

10

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 4 】

特許文献1において、放射線検出装置の一部を重ねながら複数の放射線検出装置を並べて撮影する際、放射線発生部から遠い位置に配置された放射線検出装置に放射線発生部に近い位置に配置された放射線検出装置の一部が写り込んでしまう。すなわち、一方の放射線検出装置が出力する放射線画像には他方の放射線検出装置の構造物が写り込む。放射線検出装置の構造物は、診断対象である被検者とは関係のない構造であり、欠陥領域といえる。欠陥領域は、複数の放射線画像を合成して長尺画像（合成画像）としても残ってしまう。しかしながら、特許文献1には、この写り込みに対する対策については言及されていない。

20

## 【 0 0 0 5 】

そこで本発明は、放射線検出装置の構造物に起因する欠陥領域を含んだ長尺画像の画質を向上させる放射線撮影システム及び放射線撮影方法を提供することを目的とする。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 6 】

本発明の目的を達成するために、放射線を検出する複数の放射線検出装置と、複数の放射線検出装置から取得される複数の放射線画像を合成して長尺画像を生成する合成処理部を有した放射線撮影システムにおいて、長尺画像における、放射線検出装置を重ね合わせられた領域の欠陥領域を補正する画像補正部を備える。

## 【 発明の効果 】

30

## 【 0 0 0 7 】

本発明によれば、放射線検出装置の構造物に起因する欠陥領域を含んだ長尺画像（合成画像）の画質を向上させることができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 本発明の放射線撮影システムの概略構成を示す図。

【 図 2 】 本発明の放射線撮影システムの放射線検出装置と画像データの関係を示す図。

【 図 3 】 本発明の放射線撮影システム（主に画像表示制御部）の構成を示す図。

【 図 4 】 本発明の放射線撮影システムの長尺画像の欠陥領域を示す図。

【 図 5 】 本発明の放射線撮影システムの画像補正部における補正処理を示す図。

40

【 図 6 】 本発明の放射線撮影システムの画像補正部における補正処理を示す図。

【 図 7 】 本発明の放射線撮影システムの画像補正部における補正処理を示す図。

【 図 8 】 本発明の放射線撮影システムの動作を示すフローチャート。

【 図 9 】 本発明の実施例3の放射線撮影システムの構成を示す図。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 0 9 】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。

## 【 実施例 1 】

## 【 0 0 1 0 】

図1は、本発明の放射線撮影システムの概略構成を示す図である。複数の放射線検出装

50

置を並べて行われる長尺撮影に用いられる放射線撮影システムの概略構成を示す図である。

【 0 0 1 1 】

放射線撮影システムは、放射線を発生させる放射線発生部 1 1 2 を備えている。放射線発生部 1 1 2 は、照射範囲 1 1 4 に放射線を照射することができる。放射線発生部 1 1 2 は、床面又は天井に設置された支持部（図示しない。）を介して設置されている。放射線発生部 1 1 2 の照射面には、放射線を遮蔽する絞り（図示しない。）が設置されている。操作者は、放射線を遮蔽する絞りを制御することにより、放射線発生部 1 1 2 から照射される放射線の照射範囲 1 1 4 を設定することができる。

【 0 0 1 2 】

放射線撮影システムは、複数の放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 を備えている。ここでは、3つの放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 を備えた形態を示すが、2つの放射線検出装置、4つ以上の放射線検出装置であってもよい。複数の放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 は、被検者 1 0 0 を通過した放射線を検出し、放射線に応じた画像データを出力するものである。なお、画像データを放射線画像と言い換えることもできる。

【 0 0 1 3 】

具体的には、複数の放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 は、被検者を透過した放射線を、透過放射線量に相当する電荷として検出する。例えば、複数の放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 には、放射線を電荷に変換する a - S e などの放射線を直接的に電荷に変換する直接変換型センサや、C s I などのシンチレータと a - S i などの光電変換素子を用いた間接型センサが用いられる。さらに、複数の放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 は、検出された電荷を A / D 変換することにより、画像データを生成し、画像表示制御部 1 3 0 へ出力する。

【 0 0 1 4 】

複数の放射線検出装置は、撮影台 1 1 0 内に収納されている。撮影台 1 1 0 は、矩形の筐体であり、筐体内は中空である。また、撮影台 1 1 0 は、複数の放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 を保持する機能を有している。

【 0 0 1 5 】

図 1 に示すように、撮影台 1 1 0 を床面に対して直立させ、撮影台 1 1 0 が設置される。被検者 1 0 0 は、撮影台 1 1 0 の長手方向に沿って設置される。撮影台 1 1 0 は、被検者 1 0 0 を支える支持機能を有している。

【 0 0 1 6 】

図 1 では、撮影台 1 1 0 の長手方向が鉛直方向となるように、すなわち、撮影台 1 1 0 が床面に対して直立するように撮影台 1 1 0 が設置される。なお、撮影台 1 1 0 の長手方向が水平方向となるように、すなわち、撮影台 1 1 0 が床面に対して平行となるように撮影台 1 1 0 が設置されてもよい。

【 0 0 1 7 】

撮影台 1 1 0 には、放射線検出装置 1 2 0、放射線検出装置 1 2 2、放射線検出装置 1 2 4 が撮影台 1 1 0 の長手方向に沿ってそれぞれ配置される。このとき、放射線検出装置の一部を重ねながら複数の放射線検出装置が配置される。例えば、図 1 に示すように、放射線検出装置 1 2 0 と放射線検出装置 1 2 2 は、一部が空間的に互いに重なるように配置される。このとき、放射線検出装置 1 2 0 と放射線検出装置 1 2 2 の撮影可能領域は互いに重なっている。同様にして、放射線検出装置 1 2 2 と放射線検出装置 1 2 4 は、一部が空間的に互いに重なるように配置される。このとき、放射線検出装置 1 2 2 と放射線検出装置 1 2 4 の撮影可能領域は互いに重なっている。また、放射線検出装置 1 2 2 は、放射線検出装置 1 2 0 と放射線検出装置 1 2 4 の背面側、つまり放射線発生部 1 1 2 から遠い位置に配置されている。

【 0 0 1 8 】

また、放射線撮影システムは、放射線検出装置から出力された画像データに対して画像処理を行ない、画像を生成する画像表示制御部 1 3 0 と、画像を表示する表示部 1 3 2 と

10

20

30

40

50

、操作者から指示を行うための操作部 134 とを備えている。また、画像表示制御部 130 は、各構成要素を制御する機能を有している。

【0019】

画像表示制御部 130 は、複数の放射線検出装置 120、122、124 に接続されている。具体的には、画像表示制御部 130 は、複数の放射線検出装置 120、122、124 と有線または無線のネットワークもしくは専用線で接続されている。複数の放射線検出装置 120、122、124 は、放射線発生部 112 で発生した放射線を撮像し、画像データを画像表示制御部 130 に出力する。画像表示制御部 130 は、コンピュータ上で動作するアプリケーション機能を有している。画像表示制御部 130 は、複数の放射線検出装置 120、122、124 の動作を制御しつつ、表示部 132 へ画像を出力したり、グラフィカルユーザーインターフェースを出力したりする。

10

【0020】

画像表示制御部 130 は、放射線発生部 112 の放射線を発生するタイミングと放射線の撮影条件を制御する。また、画像表示制御部 130 は、複数の放射線検出装置 120、122、124 の画像データを撮影するタイミング及び出力するタイミングを制御する。画像表示制御部 130 は、複数の放射線検出装置 120、122、124 に対して同時に撮影を行わせ、複数の放射線検出装置 120、122、124 に対して同時に画像データを出力させることができる。

【0021】

画像表示制御部 130 は、複数の放射線検出装置 120、122、124 から出力された画像データに対して、ノイズ除去などの画像処理を行う機能を有している。また、画像表示制御部 130 は、複数の放射線検出装置 120、122、124 から出力された画像に対してトリミングや回転といった画像処理を行なうこともできる。表示部 132 は、画像表示制御部 130 から出力される当該画像を表示させる。

20

【0022】

被検者 100 は、撮影台 110 に置かれた踏み台上に立ち、複数の放射線検出装置 120、122、124 および放射線発生部 112 に対して位置決めされる。本実施例では、放射線検出装置 122 の中心に垂直に放射線が入射する角度となっている。放射線発生部 112 から複数の放射線検出装置 120、122、124 に向け照射された放射線は、被検者 100 を透過して複数の放射線検出装置 120、122、124 に到達して検出される。複数の放射線検出装置 120、122、124 で得られた画像データは、画像表示制御部 130 で合成処理され、被検者 100 の合成画像が生成される。合成画像は、観察領域が広い長尺撮影によって取得される長尺画像である。表示部 132 は、画像表示制御部 130 から出力される長尺画像を表示させる。

30

【0023】

本発明の放射線撮影システムでは、1回の放射線の照射によって、被検者 100 の脊髄や下肢の全体や全身を撮影する長尺撮影を行うことができる。放射線発生部 112 から照射される放射線（照射範囲 114）が複数の放射線検出装置 120、122、124 に同時に照射される。例えば、操作者は、放射線を遮蔽する絞りを制御したり、複数の放射線検出装置 120、122、124 と放射線発生部 112 との距離を調整したりする。

40

【0024】

なお、複数の放射線検出装置 120、122、124 は、放射線発生部 112 からの放射線の照射を自動検知する検知機能を有していてもよい。自動検知する検知機能は、放射線発生部 112 から放射線が照射された際、複数の放射線検出装置 120、122、124 が放射線を検知して放射線に起因する電荷を蓄積する機能である。複数の放射線検出装置 120、122、124 のいずれかに1つより放射線の照射を検知した際、複数の放射線検出装置 120、122、124 は、本読み動作を開始させて画像データを取得する。

【0025】

上述した放射線撮影システムでは、放射線検出装置 120、124 の背後に放射線検出装置 122 が重なり合うように配置されている。このため、放射線検出装置 122 が出力

50

する画像データには、放射線検出装置 120、124 の内部構成要素である放射線検出パネル、基板、筐体などの構造物（構造情報）が写り込んだ欠陥領域が生じる。この欠陥領域について、本発明の放射線撮影システムの放射線検出装置と放射線画像の関係を示す図 2 を用いて説明する。

【0026】

放射線検出装置 120 は、放射線入射面側から、放射線を検出する放射線検出パネル 150、放射線検出パネル 150 を粘着してパネル基台 158 に設置させる粘着材 156 と、放射線検出パネル 150 を支持するパネル基台 158、放射線検出パネル 150 から電気信号を出力させる制御基板 154 の順に積層された結合体が内包される。放射線検出パネル 150 と制御基板 154 は、フレキシブル基板 152 を介して接続されている。

10

【0027】

また、放射線検出装置 120 の外装筐体は、金属から成る金属筐体 160 と、放射線を透過させる放射線透過部材から成る放射線透過部 162 とから構成される。放射線検出パネル 150 の放射線入射面には、放射線透過部 162 が設置され、放射線発生部 112 からの放射線の減衰を抑える。放射線検出パネル 150 は、放射線を検出可能な有効画素領域と、該有効画素領域の外周に辺縁部を有する。

【0028】

なお、説明は省略するが、放射線検出装置 122 及び放射線検出装置 124 は、放射線検出装置 120 の構成と同様である。

【0029】

20

放射線検出装置 122 は、その有効画素領域が放射線検出装置 120 の有効画素領域と一部重なるように配置され、どのラインにおいても放射線検出装置 120、122 のいずれかの有効画素領域が確実に画像情報を取得するように構成される。長尺画像は、放射線検出装置 120 から出力される画像データ（放射線画像）と、放射線検出装置 122 から出力される画像データのうちの放射線検出装置 120 が取得していない画像領域の画像データ（放射線画像）から生成される。

【0030】

ここで、放射線検出装置 122 から取得される画像データ 302 には、放射線検出装置 120 の構造物が写り込んでいる。放射線検出装置 122 の有効画素領域の端部から放射線検出装置 122 の外装筐体の端部までの領域 410 は、放射線検出装置 120 の構造物が放射線検出装置 122 に写り込んでしまう領域である。放射線検出装置 122 から取得される画像データ 302 には、放射線検出装置 120 の構造物の写り込みによる欠陥領域 412 が生じてしまう。すなわち、合成処理部 142 において、放射線検出装置 122 から取得される画像データ 302 から生成される長尺画像にも欠陥領域 412 が生じてしまう。

30

【0031】

放射線検出装置 122 から取得される画像データ 302 の欠陥領域 412 には、放射線検出装置 120 における放射線検出パネル 150、フレキシブル基板 152、粘着材 156、パネル基台 158、金属筐体 160 の一部が画像情報として含まれる。また、欠陥領域 412 には、フレキシブル基板 152 上の基板や、ネジなどに起因する画像情報が含まれる。

40

【0032】

なお、図示はしないが、放射線検出装置 122 から取得される画像データ 302 には、放射線検出装置 124 の構造物の写り込みによる欠陥領域が生じている。

【0033】

以上説明した通り、欠陥領域は放射線透過率が低い構造物によって生じる画像情報の欠損であり、欠陥領域からは被検者情報が失われてしまうため、長尺画像を用いる診断時の妨げとなる可能性がある。

【0034】

次に、図 3 に示す本発明の放射線撮影システムの構成図を用いて、上述した放射線検出

50

装置の重ね合わせに起因する長尺画像の欠陥領域を低減し、画質を向上させる形態を説明する。

【0035】

画像表示制御部130は、放射線検出装置から出力された画像データを記憶する記憶部140と、画像データを合成して長尺画像を生成する合成処理部142と、長尺画像に生じる欠陥領域を目立たないように補正する画像補正部146と、画像補正部146によって補正された長尺画像に対して階調処理を行う階調処理部148とを備えている。

【0036】

記憶部140は、複数の放射線検出装置120、122、124から出力される画像データ（放射線画像）を記憶する。図3に示すように、放射線検出装置120、122、124は、それぞれ、放射線検出装置（D1）、放射線検出装置（D2）、放射線検出装置（D3）としている。

10

【0037】

記憶部140は、放射線検出装置120、122、124から出力される画像データを時間情報とともに記憶することができる。よって、記憶部140は、放射線画像が取得された時間情報によって、放射線検出装置120、122、124から出力された放射線画像が同時に取得されたものであるかどうかを区別して記憶することができる。記憶部140は、被検者の画像情報が含まれた放射線画像であるのか、被検者の画像情報が含まれていない放射線画像であるのか区別して記憶することができる。

【0038】

20

また記憶部140は、複数の放射線検出装置120、122、124によって同時に撮影された複数の放射線画像を、放射線検出装置の位置情報（空間的配置情報）と関連付けて記憶することができる。例えば、記憶部140は、放射線検出装置120から出力される画像データと放射線検出装置122から出力される画像データとが隣接していることを関連付けて記憶することができる。同様に、記憶部140は、放射線検出装置122から出力される画像データと放射線検出装置124から出力される画像データとが隣接していることを関連付けて記憶することができる。さらに記憶部140は、放射線検出装置122が放射線検出装置120、124の背面側に配置されていることを関連付けて記憶することができる。記憶部140は、合成処理部142に対して、複数の画像データとその位置情報を出力することができる。

30

【0039】

合成処理部142は、記憶部140に記憶された複数の画像データを合成して、長尺画像を生成する。このとき、合成処理部142は、被検者100の画像情報が含まれた複数の画像データについて合成して、長尺画像を生成する。

【0040】

合成処理部142は、放射線検出装置120、122、124から出力された複数の画像データとその時間情報及び位置情報に基づいて合成することにより、長尺画像を生成する。具体的には、合成処理部142は、放射線検出装置120、122、124から時間情報に基づいて同時に出力された複数の画像データ（放射線画像）を合成対象と判別し、複数の画像データを合成する。合成処理部142は、位置情報に基づいて放射線検出装置120、122、124から出力された複数の画像データの位置関係を決定して合成する。

40

【0041】

例えば、図1に示す例では、放射線検出装置120から出力された画像データが上方に、放射線検出装置124から出力された画像データが下方に、放射線検出装置122から出力された画像データがその間に位置決めされる。さらに位置情報が示す重なり方も考慮して合成が行われる。例えば、放射線発生部112から遠い位置に他の放射線検出装置に重なり合うように配置された放射線検出装置122には、上下に欠陥領域が生じる。しかし、放射線検出装置120、124には欠陥領域は生じない。そこで、合成処理部142は、放射線検出装置が重なり合う範囲では放射線検出装置120、124が生成する画像

50

データを用いて長尺画像を生成することで長尺画像に生じる欠陥領域の面積を最小化することができる。このように、合成処理部 1 4 2 は、隣接する複数の撮影領域を撮影して得た複数の画像データを合成することにより、長尺画像を生成することができる。

【 0 0 4 2 】

画像補正部 1 4 6 は、合成処理部 1 4 2 から出力された合成画像に対して、欠陥領域を目立たないように補正する処理を行う。具体的には、画像補正部 1 4 6 は、欠陥領域を放射線検出装置の構造物を表す構造情報と欠陥領域に隣接する正常領域の画素値分布を用いて補正する。言い換えれば、画像補正部 1 4 6 は、長尺画像の欠陥領域を、欠陥領域に隣接する正常な画像領域の情報を利用して補正する。

【 0 0 4 3 】

ここで構造情報とは、放射線画像に写り込む可能性のある放射線検出装置の構造物を表す情報である。構造情報には、放射線検出装置の内部に存在する物質の放射線源弱係数、厚み、位置などの情報が含まれている。長尺画像上の欠陥領域を補正する場合、欠陥領域の端は空間的に隣接する正常領域の画素値分布と写り込みが無ければ相関があることが期待される。従って、写り込みが生じている構造情報を考慮した上で、画像補正部 1 4 6 は、欠陥領域の画素値分布が正常領域の画素値分布に近づくような補正を行うことで欠陥領域を低減することができる。

【 0 0 4 4 】

ここでは説明を簡易にするために、被検者が無い状態で複数の放射線検出装置を重ね合わせて撮影した画像データを取得して構造情報として利用する方法を説明する。構造情報は、放射線検出装置の構造物の写り込みが画素値という形で表される。この画素値は例えば放射線源弱係数が大きく厚い構造物による写り込みが生じている画素では小さな値を、放射線源弱係数が小さく薄い構造物による写り込みが生じている画素では大きな値となる。

【 0 0 4 5 】

画像データに構造情報が含まれる場合について図 4 を用いて説明する。図 4 は、本発明の放射線撮影システムの構成と画像データ（欠陥領域を含む）の形態を模式的に示すものである。図 4 で示すような形態で複数の放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 を配置し、被検者が無い状態で撮影すると、放射線検出装置 1 2 2 から取得される画像データ 3 0 2 には、放射線検出装置 1 2 0、1 2 4 の構造情報が写り込む。

【 0 0 4 6 】

具体的には、放射線検出装置 1 2 2 から取得される画像データ 3 0 2 には、重複する放射線検出装置 1 2 0 の下端部における構造情報の写り込み領域 3 0 6 が含まれている。また、放射線検出装置 1 2 2 から取得される画像データ 3 0 2 には、重複する放射線検出装置 1 2 4 の上端部における構造情報の写り込み領域 3 0 8 が含まれている。

【 0 0 4 7 】

なお、放射線検出装置 1 2 0 から取得される画像データ（放射線画像）3 0 0 には、他の放射線検出装置の構造情報の写り込みは生じない。また、放射線検出装置 1 2 4 から取得される画像データ（放射線画像）3 0 4 には、他の放射線検出装置の構造情報の写り込みは生じない。そのため、画像データ 3 0 2 が、画像上の写り込み方を位置・画素値情報として持つ構造データに相当する。写り込み領域 3 0 6 及び写り込み領域 3 0 8 を構造情報と見なすこともできる。

【 0 0 4 8 】

欠陥領域の長尺画像上での位置は記憶部 1 4 0 が保持する放射線検出装置の位置情報から求めてもよいが、構造情報を用いて求めることもできる。すなわち構造情報が示す長尺画像上で生じる情報欠損を長尺画像上で検出すれば、その検出領域が欠陥領域である。例えば構造情報として上述の写り込み領域 3 0 6 及び 3 0 8 を用いる場合、画像補正部 1 4 6 は、構造情報をテンプレート画像として長尺画像上でテンプレートマッチングを行う。そして最も相関が高い位置を欠陥領域として取得して、画像補正部 1 4 6 による補正対象とする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 9 】

図5は、本発明の放射線撮影システムの画像補正部146における補正処理を示す図である。特に画像データから放射線検出装置120及び放射線検出装置124の構造物の写り込みに基づく欠陥領域(画像欠陥領域)を低減させる形態を示すものである。

## 【 0 0 5 0 】

図5(a)は、合成処理部142によって、複数の画像データ(放射線画像)を合成して生成された長尺画像510を表している。長尺画像510は、合成処理部142によって生成され、画像補正部146に出力される。

## 【 0 0 5 1 】

図5(b)は、画像補正部146における補正処理に用いられる構造情報の一例を表している。ここでは、被検者100無しで撮影を行い、放射線検出装置122から取得された画像データを構造情報302とする。

10

## 【 0 0 5 2 】

図5(c)は、図5(a)の長尺画像510に対して、放射線検出装置120及び放射線検出装置124の構造が写り込んだ欠陥領域が補正された補正済み長尺画像512である。補正済み長尺画像512は、画像補正部146の出力である。また、図5(a)に示す画像500は、放射線検出装置120から出力される画像データであり、この例では主に被検者100の頭部と肩が含まれている。続いて図5(a)に示す画像502は、放射線検出装置122から出力される画像データであり、この例では主に被検者100の胴体と手が含まれている。画像502の上端部と下端部は、それぞれ放射線検出装置120、124の構造情報が写り込んでおり欠陥領域を生じている。合成処理部142は、放射線検出部の配置関係に基づいて、欠陥領域が長尺画像上で占める面積が最小となるように合成する。

20

## 【 0 0 5 3 】

図5(a)に示す画像504は、放射線検出装置124から出力される画像データであり、この例では主に被検者100の脚部が含まれている。

## 【 0 0 5 4 】

図5(a)に示すように、合成処理部142は、画像500と画像502と画像504を合成して長尺画像510を生成することにより、被検者100の全身画像を取得する。

## 【 0 0 5 5 】

図5(c)に示すように、画像補正部146は、図5(a)に示される長尺画像510に対して、放射線検出装置120及び放射線検出装置124の構造物の写り込みによる欠陥領域を低減させる補正処理を行う。つまり、画像補正部146は、放射線検出装置の一部(放射線検出装置の構造物)が写り込んだ欠陥領域を補正した長尺画像512を生成する。

30

## 【 0 0 5 6 】

ここで、画像補正部146の補正処理について、図6、7を用いて説明する。図6は図5の破線領域600を、図7は図5の破線領域700を拡大したものである。

## 【 0 0 5 7 】

画像補正部146は、長尺画像の欠陥領域の欠陥行に対して、欠陥行に隣接する正常な画像領域を有した正常行を用いて補正する。画像補正部146は、正常行の放射線画像を欠陥行の放射線画像と相関を取りながら欠陥行の放射線画像にブレンドして、欠陥行を補正する。画像補正部146は、長尺画像の欠陥領域と構造情報との位置合わせを行い、長尺画像内の欠陥行と対応する構造情報内の欠陥情報を用いて、長尺画像を補正する。

40

## 【 0 0 5 8 】

画像補正部146による補正対象である欠陥領域は、図6に示すように長尺画像上の行 $Y(1)$ から行 $Y(N)$ までという行番号で範囲が特定される領域である。欠陥領域内の行 $Y(n)$ ( $1 \leq n \leq N$ )を欠陥行と呼ぶ。ここで、欠陥領域の終端行である $Y(1)$ 、 $Y(N)$ に隣接する正常領域の行 $Y(0)$ および $Y(N+1)$ を正常行と呼ぶ。

## 【 0 0 5 9 】

50

画像補正部 146 は、欠陥行を 1 行ずつ隣接する正常行を用いて補正するものである。補正された欠陥行は新しい正常行となり次の欠陥行の補正に利用される。1 行ずつ欠陥行を正常行へと補正する処理を欠陥領域全体が処理されるように繰り返すことによって補正が行われる。すなわち、画像補正部 146 は、長尺画像の欠陥領域を行単位の欠陥行に分割し、欠陥領域の端行から、端行に隣接する正常領域の一部である正常行あるいは補正済みの欠陥行の画素値分布に近付ける補正処理を行毎に繰り返す。

【0060】

例えば、画像の上から下へ補正を行う時、欠陥行  $Y(1)$  は正常行  $Y(0)$  を用いて補正される。そして欠陥行  $Y(2)$  は補正された欠陥行  $Y(1)$  を正常行とすることで補正される。従って  $1 \leq n \leq N$  について欠陥行  $Y(n)$  の補正は  $Y(n-1)$  を正常行として順次補正を行うことができる。下から上へ補正を行う場合は欠陥行  $Y(n)$  の補正は  $Y(n+1)$  を正常行として  $n = N$  から順次補正を行う。

10

【0061】

ここで行う補正処理は、隣接する画素に相関があることを利用するものであればどのような方法でもよい。例えば、長尺画像の行  $Y(n)$  の  $x$  番目 ( $1 \leq x \leq W$ ) を座標  $(x, Y(n))$  で表し、その座標における補正前の画素値を  $I(x, Y(n))$  とする。そして補正後の画素値を  $O(x, Y(n))$  として次式で表す。

$$O(x, Y(n)) = f(I(x, Y(n)))$$

上式において関数  $f$  は次式を最小化する関数である。

【0062】

【数 1】

$$E = \frac{1}{2} \sum_{x=1}^W \{I(x, Y(m)) - f(I(x, Y(n)))\}^2$$

20

【0063】

上式において  $Y(m)$  は  $Y(n)$  に隣接する正常行を表す。例えば関数  $f$  を多項式で表し、最小二乗法により多項式係数を求めることで行毎に欠陥行を正常行に変換する関数を得ることができる。この関数を用いて式 1 を計算することにより補正を行うことが可能になる。

30

【0064】

また、さらに構造データを利用して補正を行ってもよい。座標  $(x, Y(n))$  に対応する構造データ上の画素値を  $P(x, Y(n))$  とする。構造データの画素値  $P(x, Y(n))$  は、長尺画像の画素値  $I(x, Y(n))$  に写り込んだ放射線検出装置の構造に関する情報を持つものとする。このとき、補正後の座標の画素値  $O(x, Y(n))$  を次式で表す。

$$O(x, Y(n)) = g(I(x, Y(n)), P(x, Y(n)))$$

上式において関数  $g$  は次式を最小化する関数である。

【0065】

【数 2】

$$E = \frac{1}{2} \sum_{x=1}^W \{I(x, Y(m)) - g(I(x, Y(n)), P(x, Y(n)))\}^2$$

40

【0066】

上式において  $Y(m)$  は  $Y(n)$  に隣接する正常行を表す。例えば関数  $g$  を多項式で表し、最小二乗法により多項式係数を求めることで行毎に欠陥行を正常行に変換する関数を得ることができる。関数  $g$  は構造データの情報も用いて補正を行うためより良好な補正を

50

行うことが可能になる。

【 0 0 6 7 】

なお、画像補正部 1 4 6 は、1 方向の補正結果のみを用いてもよいが、上下 2 方向の補正結果をブレンドすることもできる。画像補正部 1 4 6 は、長尺画像の欠陥領域を挟み込む上下の隣接行から、双方向に補正を行うことで二つの補正結果を生成して長尺画像を補正する。例えば、画像補正部 1 4 6 は、上方向から補正された欠陥領域の画像データと下方向から補正された欠陥領域の画像データ二つを生成する。上方向から補正された欠陥行と下方向から補正された欠陥行は、欠陥領域（重複領域）における同じ行である。具体的には、画像補正部 1 4 6 は、上方向から補正された欠陥行の画像データと下方向から補正された欠陥行の画像データとの平均をとって、欠陥行の画像データを補正する。また、補正された欠陥行は、欠陥領域の終端に隣接する正常行に近いほど補正精度が高いと考えられることから、補正開始行からの距離に基づく重みを考慮して補正結果をブレンドしてもよい。この場合、欠陥領域の行数を  $N - 1$ 、上方向から補正した結果を  $O_1$ 、下方向から補正した結果を  $O_2$  とすると、 $n$  行目の補正結果  $O(n)$  は例えば次式で表すことができる。

【 0 0 6 8 】

【 数 3 】

$$O(x, Y(n)) = \frac{(N-1-n)}{N-1} O_1(x, Y(n)) + \frac{n}{N-1} O_2(x, Y(n))$$

【 0 0 6 9 】

図 7 は、表示部 1 3 2 に表示される補正後の長尺画像を示している。欠陥領域（重複領域）に対して、長尺画像を補正することにより、放射線検出装置の構造物が写り込んだ欠陥領域による画像欠陥を低減させ、長尺画像の画質を向上させることができる。

【 0 0 7 0 】

階調処理部 1 4 8 は、複数の画像データ（放射線画像）を合成して得られた長尺画像に対して、階調処理を行なう。具体的には、階調処理部 1 4 8 は、放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 から取得された複数の画像データを記憶部 1 4 0 から取得する。階調処理部 1 4 8 は、放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 から取得された複数の画像データの特徴量をそれぞれ解析して、表示部 1 3 2 のダイナミックレンジを有効に利用することができるように、長尺画像の階調変換特性を決定する。

【 0 0 7 1 】

そして、階調処理部 1 4 8 は、決定された階調変換特性を用いて長尺画像の階調を変換する。特徴量には、各画像データのヒストグラム、最大画素値、最小画素値が含まれ、放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 から取得された複数の画像データに対して解析処理を実行することにより、特徴量を算出している。

【 0 0 7 2 】

階調処理部 1 4 8 は、画像補正部 1 4 6 によって補正が行われた長尺画像に対して、階調処理を行うことができる。このように、欠陥領域が低減された長尺画像に対して階調処理を行うため、長尺画像の階調処理を適切に行うことができる。つまり、階調処理部 1 4 8 は、放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の構造物の写り込みの影響を抑えて、長尺画像の階調処理を行うことができる。

【 0 0 7 3 】

表示部 1 3 2 は、欠陥領域が低減された長尺画像を表示することができる。つまり、放射線検出装置の構造物の写り込みを含んだ長尺画像の画質を向上させることができる。

【 0 0 7 4 】

次に、放射線撮影システムの動作手順について図 8 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 0 7 5 】

ステップ（S 8 0 1）：操作者は、撮影台 1 1 0 に複数の放射線検出装置を配置する。

操作者は、撮影台 110 には、放射線検出装置 120、122、124 を撮影台 110 の長手方向に沿ってそれぞれ配置する。このとき、操作者は、放射線を検出可能な有効画素領域が重なるように、放射線検出装置の一部を重ねながら複数の放射線検出装置を配置する。

【0076】

ステップ(S802)：操作者は、複数の放射線検出装置 120、122、124 に対して同時に撮影を行わせ、複数の放射線検出装置 120、122、124 に対して同時に画像データを合成処理部 142 に出力させる。合成処理部 142 は、画像データを合成して長尺画像を生成する。

【0077】

ステップ(S803)：操作者は、長尺画像に対して補正処理を行うかどうかについて、操作部 134 を介して選択する。例えば、放射線検出装置の構造物の写り込みが写り込んだ欠陥領域が診断領域から外れる場合、補正処理を行わなくてもよい。長尺画像の補正処理を行わない場合、ステップ(S805)に進む。長尺画像の補正処理を行なう場合、ステップ(S804)に進む。

【0078】

ステップ(S804)：画像補正部 146 は、合成処理部 142 から出力された長尺画像に対して、放射線検出装置 120 及び放射線検出装置 124 の構造物の写り込みによる欠陥領域を低減させる処理を行う。

【0079】

ステップ(S805)：階調処理部 148 は、合成処理部 142 から出力された長尺画像に対して、階調処理を行なう。若しくは、階調処理部 148 は、画像補正部 146 によって補正が行われた長尺画像に対して、階調処理を行なう。

【0080】

以上、本実施例によれば、放射線を検出する複数の放射線検出装置 120、122、124 と、複数の放射線検出装置から取得される複数の放射線画像を合成して長尺画像を生成する合成処理部 142 を有した放射線撮影システムにおいて、長尺画像における、放射線検出装置が重ね合わせられた領域の欠陥領域を補正する画像補正部 146 を備える。

【0081】

言い換えれば、一部が重なり合う複数の放射線検出部に同時に被検者を透過した放射線を照射して得られる複数の放射線画像を合成して長尺画像を生成する合成処理部 142 を有する放射線撮影システムにおいて、長尺画像における、放射線検出部の構造物が写り込んだ欠陥領域を補正する画像補正部 146 を備える。

【0082】

欠陥領域の補正には放射線検出装置の写り込みに関する構造情報を用いる。これにより、欠陥領域を含んだ長尺画像の画質を向上させることができる。

【実施例 2】

【0083】

次に実施例 2 について説明する。実施例 1 と異なる点は、合成処理部 142 は、放射線検出装置の配置関係に応じて、各画像データ(放射線画像)を調整して長尺画像を生成する点である。

【0084】

具体的には、合成処理部 142 は、放射線検出装置の配置関係に応じて、各画像データの拡大率を調整して長尺画像を生成する。

【0085】

撮影台 110 には、放射線検出装置の一部を重ねながら複数の放射線検出装置が配置され、放射線発生部 112 に対する距離が異なるため、画像データ上の被検者の拡大率が異なる。具体的には、放射線発生部 112 からの距離が放射線検出装置 120 及び放射線検出装置 124 と比較して遠い放射線検出装置 122 で取得される画像データ上では被検者が拡大されて撮像される。そこで、合成処理部 142 は、放射線検出装置 122 で取得さ

10

20

30

40

50

れる画像データに合わせて、放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 で取得される画像データを拡大する。

【 0 0 8 6 】

また、合成処理部 1 4 2 は、放射線検出装置 1 2 2 で取得される画像データに合わせて、放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 で取得される画像データの相対位置を調整してもよい。撮影台への放射線検出装置の配置は、相対位置が一定となるように厳密に行うことは難しいため、数ミリの位置ずれが発生する可能性がある。そこで合成処理部 1 4 2 は、放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 で取得され、拡大された画像データを、放射線検出装置 1 2 2 で取得される画像データに合わせた位置合わせを行い、合成することができる。

10

【 0 0 8 7 】

なお、合成処理部 1 4 2 は、放射線検出装置 1 2 2 で取得される画像データに合わせて、放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 で取得される画像データを回転してもよい。これも上述した撮影台への放射線検出装置の配置の際に生じる位置ずれに対応するものである。

【 0 0 8 8 】

以上の拡大率・相対位置・回転量は、重ね合わせられた領域における画像データ間の画像解析を行うことで求めることができる。例えば、拡大率・相対位置・回転量を所定範囲で微小に変動させながら重ね合わされた領域間の相関値を求め、相関値が最大になる拡大率・相対位置・回転量を求めればよい。

20

【 0 0 8 9 】

よって、本実施例によれば、合成処理部 1 4 2 は、複数の画像データを適切に合成して長尺画像を生成することができる。

【 実施例 3 】

【 0 0 9 0 】

次に実施例 3 について、図 9 を用いて説明する。実施例 1、2 と異なる点は、画像データから放射線検出装置が重ね合わせられた領域における欠陥領域を取得する欠陥領域取得部 1 4 4 を有した点である。

【 0 0 9 1 】

欠陥領域取得部 1 4 4 は、一方の放射線検出装置 1 2 2 から取得される画像データ（放射線画像）から他方の放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の構造物（構造情報）を示す欠陥領域を取得する。

30

【 0 0 9 2 】

具体的には、欠陥領域取得部 1 4 4 は、記憶部 1 4 0 から被検者 1 0 0 の画像情報が含まれていない放射線検出装置 1 2 2 の画像データを取得する。欠陥領域取得部 1 4 4 は、放射線検出装置 1 2 2 から取得される画像データのどの領域に放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の構造情報があるのかを認識する。つまり、欠陥領域取得部 1 4 4 は、放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の構造情報の領域情報を認識する。放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の構造情報の領域情報には、画像データにおける位置情報が含まれる。そして、欠陥領域取得部 1 4 4 は、欠陥領域を位置情報とともに画像補正部 1 4 6 に出力する。

40

【 0 0 9 3 】

放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 が、放射線検出装置 1 2 2 の一部と重なるように配置される場合、放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 から取得される画像データから放射線検出装置 1 2 2 の欠陥領域を取得する。つまり、欠陥領域取得部 1 4 4 は、複数の放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 の配置関係によって、どの放射線検出装置の画像データから欠陥領域を取得するのか決定する。ここでは、欠陥領域取得部 1 4 4 は、ある放射線検出装置よりも放射線発生部 1 1 2 に遠い側に配置された放射線検出装置から取得される画像データから放射線検出装置の欠陥領域を取得する。言い換えれば、欠陥領域取得部 1 4 4 は、ある放射線検出装置よりも放射線発生部 1 1 2 に近い

50

側に配置された放射線検出装置から取得される画像データから放射線検出装置の欠陥領域を取得しない。

【 0 0 9 4 】

欠陥領域取得部 1 4 4 は、放射線検出装置 1 2 2 から取得される画像データ 3 0 2 から欠陥領域を取得する。図 4 で示すような形態で複数の放射線検出装置 1 2 0、1 2 2、1 2 4 を配置して撮影した場合、放射線検出装置 1 2 2 は、放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の一部と重なるように配置される。そのため、放射線検出装置 1 2 2 から取得される画像データには、放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の構造情報が含まれている。欠陥領域取得部 1 4 4 は、放射線検出装置 1 2 2 から取得される画像データから放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の欠陥領域を取得する。

10

【 0 0 9 5 】

図 9 に示すように、画像補正部 1 4 6 は、合成処理部 1 4 2 から出力された長尺画像に対して、放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の構造情報における欠陥領域を低減させる処理を行う。つまり、画像補正部 1 4 6 は、放射線検出装置の一部（放射線検出装置の構造情報）が写り込んだ欠陥領域を補正する。

【 0 0 9 6 】

具体的には、画像補正部 1 4 6 は、欠陥領域取得部 1 4 4 から出力された放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の構造情報の欠陥領域を認識し、合成画像に写り込まれた欠陥領域に対して補正を行う。画像補正部 1 4 6 は、放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の構造情報の周囲の画像情報から欠陥領域における画像情報を低減して、長尺画像を補正する。放射線検出装置 1 2 0 及び放射線検出装置 1 2 4 の構造情報の周囲の画像情報とは、正常な画像情報であり、構造情報が含まれていない画像情報である。このように、画像補正部 1 4 6 は、欠陥領域における画像欠陥を低減させ、長尺画像を補正することができる。

20

【 符号の説明 】

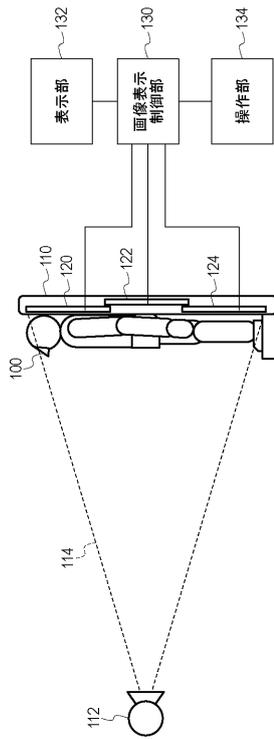
【 0 0 9 7 】

- 1 0 0 被検者
- 1 1 0 撮影台
- 1 1 2 放射線発生部
- 1 1 4 照射範囲
- 1 2 0 放射線検出装置 ( D 1 )
- 1 2 2 放射線検出装置 ( D 2 )
- 1 2 4 放射線検出装置 ( D 3 )
- 1 3 0 画像表示制御部
- 1 3 2 表示部
- 1 3 4 操作部
- 1 4 0 記憶部
- 1 4 2 合成処理部
- 1 4 4 欠陥領域取得部
- 1 4 6 画像補正部
- 1 4 8 階調処理部

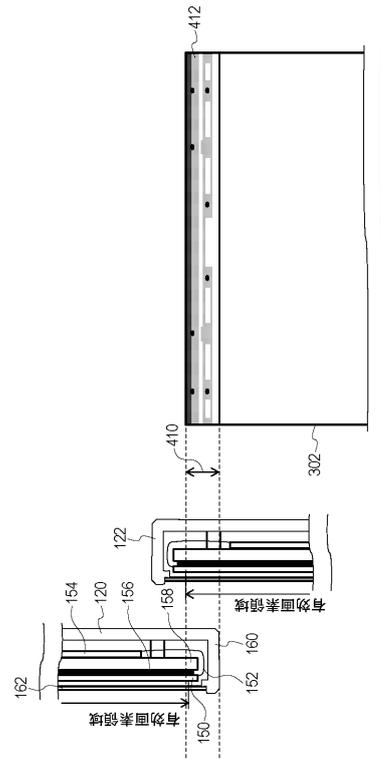
30

40

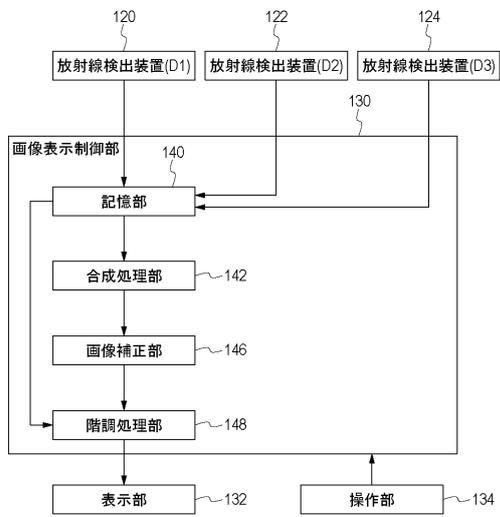
【図1】



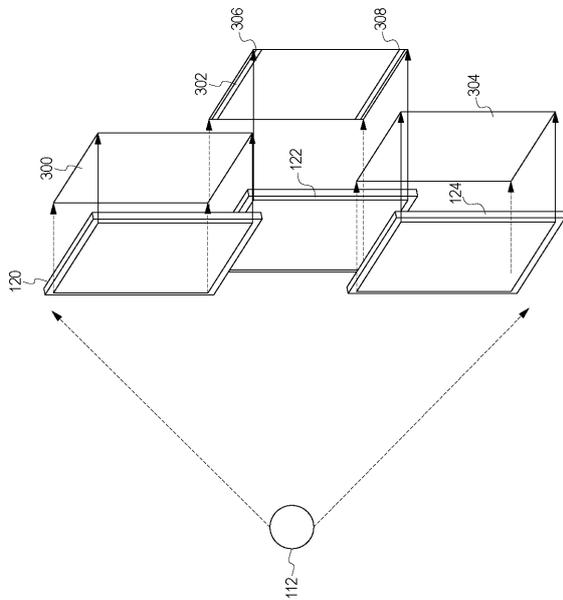
【図2】



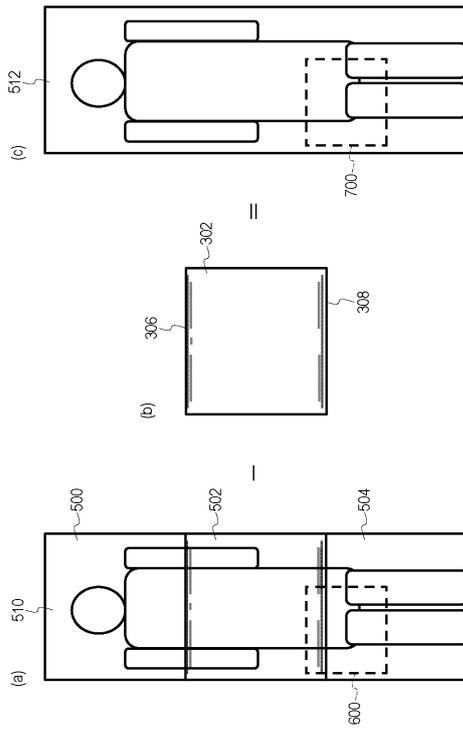
【図3】



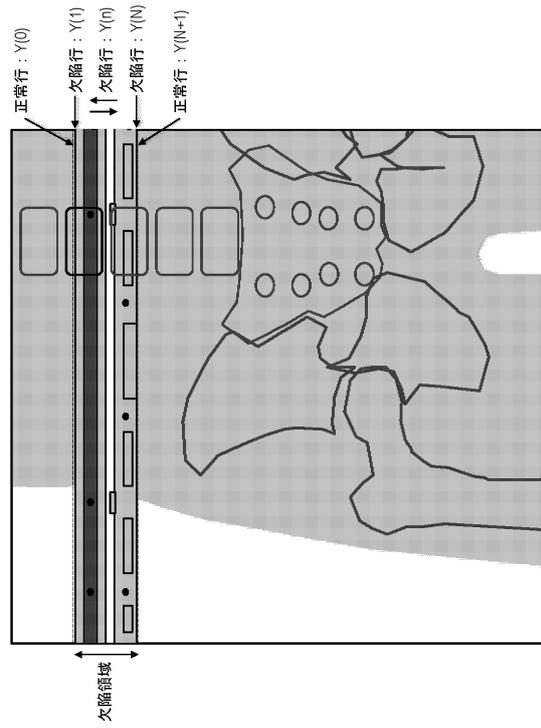
【図4】



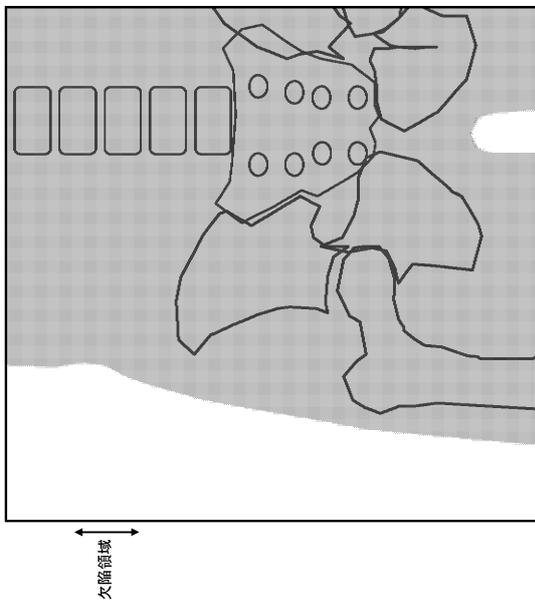
【図5】



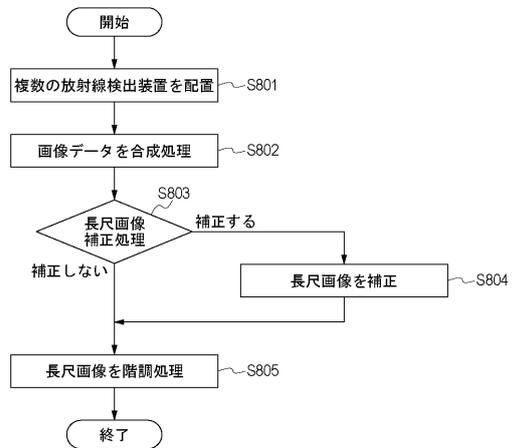
【図6】



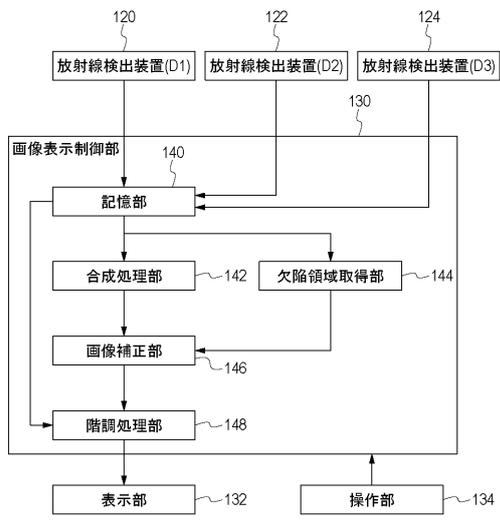
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-278607(JP,A)  
特開2011-110247(JP,A)  
特開2011-224340(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 6/00-6/14