

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7667171号  
(P7667171)

(45)発行日 令和7年4月22日(2025.4.22)

(24)登録日 令和7年4月14日(2025.4.14)

(51)国際特許分類	F I
A 6 1 B 6/00 (2024.01)	A 6 1 B 6/00 5 3 3
	A 6 1 B 6/00 5 3 0 A
	A 6 1 B 6/00 5 3 0 Z
	A 6 1 B 6/00 5 5 0 S

請求項の数 15 (全22頁)

(21)出願番号	特願2022-552000(P2022-552000)	(73)特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(86)(22)出願日	令和3年9月21日(2021.9.21)	(74)代理人	110001519 弁理士法人太陽国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/034624	(72)発明者	福田 航 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内
(87)国際公開番号	WO2022/065316	合議体	
(87)国際公開日	令和4年3月31日(2022.3.31)	審判長	三崎 仁
審査請求日	令和5年3月13日(2023.3.13)	審判官	萩田 裕介
審判番号	不服2024-9661(P2024-9661/J1)	審判官	藏田 敦之
審判請求日	令和6年6月10日(2024.6.10)		
(31)優先権主張番号	特願2020-162697(P2020-162697)		
(32)優先日	令和2年9月28日(2020.9.28)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 制御装置、制御装置の作動方法、及び制御プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つのプロセッサを備え、  
前記プロセッサは、  
放射線画像撮影装置により放射線画像を撮影する被写体に造影剤が注入されてからの経過時間を取得し、

前記造影剤が注入された状態の被写体に第1のエネルギーの放射線を照射させて放射線画像撮影装置に撮影された低エネルギー画像と、前記造影剤が注入された状態の被写体に前記第1のエネルギーよりも高い第2のエネルギーの放射線を照射させて前記放射線画像撮影装置により撮影された高エネルギー画像とを取得し、

前記低エネルギー画像と前記高エネルギー画像との差分を示す差分画像を生成し、  
前記差分画像に対して行った造影量に関する解析結果と、前記経過時間とに基づいて、前記造影剤が注入された状態の被写体の前記高エネルギー画像の再撮影を行うか否かを特定する

制御装置。

【請求項2】

前記プロセッサは、  
前記再撮影を行うことを特定した場合、  
前記解析結果と前記経過時間とに基づいて、前記再撮影を行うタイミングを導出する  
請求項1に記載の制御装置。

## 【請求項 3】

前記プロセッサは、  
導出した前記再撮影を行うタイミングで前記放射線画像撮影装置に前記高エネルギー画像を再撮影させる制御を行う  
請求項 2 に記載の制御装置。

## 【請求項 4】

前記プロセッサは、  
前記差分画像における関心領域のコントラストが予め定められた閾値以上の場合、前記経過時間によらず前記再撮影を行わないことを特定する  
請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

10

## 【請求項 5】

前記プロセッサは、  
前記差分画像における関心領域のコントラストが予め定められた閾値未満、かつ前記経過時間が閾値時間以上の場合、前記再撮影を行わないことを特定する  
請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

## 【請求項 6】

前記プロセッサは、  
前記差分画像における関心領域のコントラストが予め定められた閾値未満、かつ前記経過時間が閾値時間未満の場合、前記再撮影を行うことを特定する  
請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

20

## 【請求項 7】

前記閾値時間は、前記造影剤の種類、前記被写体の血流、前記被写体の身長、前記被写体の体重、及び関心物の種類の少なくとも 1 つに応じた時間である  
請求項 5 または請求項 6 に記載の制御装置。

## 【請求項 8】

前記被写体は乳房であり、  
前記閾値時間は、前記乳房の乳腺量に応じた時間である  
請求項 5 または請求項 6 に記載の制御装置。

## 【請求項 9】

前記プロセッサは、  
前記再撮影を行うことを特定した場合、  
前記放射線画像により再撮影された高エネルギー画像を取得し、  
前記低エネルギー画像と前記再撮影された高エネルギー画像との差分を示す再撮影差分画像を生成する  
請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

30

## 【請求項 10】

前記プロセッサは、  
前記再撮影を行うことを特定した場合、前記低エネルギー画像の再撮影も行うことを特定し、  
前記再撮影された低エネルギー画像と前記再撮影された高エネルギー画像との差分を示す再撮影差分画像を生成する  
請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

40

## 【請求項 11】

前記プロセッサは、  
前記差分画像と、前記再撮影差分画像とに対し、関心領域を強調するための同一の画像処理を行い、  
画像処理を行った前記差分画像及び前記再撮影差分画像を表示させる  
請求項 9 または請求項 10 に記載の制御装置。

## 【請求項 12】

前記プロセッサは、

50

前記差分画像及び前記再撮影差分画像各々の同一の領域の造影量に関する造影量情報をさらに表示させる

請求項 9 から請求項 11 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

【請求項 13】

前記被写体は、乳房であり、

前記放射線画像撮影装置は、マンモグラフィ装置である

請求項 1 から請求項 12 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

【請求項 14】

少なくとも 1 つのプロセッサを備える制御装置の作動方法であって、

前記プロセッサは、

放射線画像撮影装置により放射線画像を撮影する被写体に造影剤が注入されてからの経過時間を取得し、

前記放射線画像撮影装置から、前記造影剤が注入された状態の被写体に第 1 のエネルギーの放射線を照射して前記放射線画像撮影装置が撮影した低エネルギー画像と、前記造影剤が注入された状態の被写体に前記第 1 のエネルギーよりも高い第 2 のエネルギーの放射線を照射して前記放射線画像撮影装置が撮影した高エネルギー画像とを取得し、

前記低エネルギー画像と前記高エネルギー画像との差分を示す差分画像を生成し、

前記差分画像に対して行った造影量に関する解析結果と、前記経過時間とに基づいて、前記造影剤が注入された状態の被写体の前記高エネルギー画像の再撮影を行うか否かを特定する

作動方法。

【請求項 15】

放射線画像撮影装置により放射線画像を撮影する被写体に造影剤が注入されてからの経過時間を取得し、

前記造影剤が注入された状態の被写体に第 1 のエネルギーの放射線を照射させて放射線画像撮影装置に撮影された低エネルギー画像と、前記造影剤が注入された状態の被写体に前記第 1 のエネルギーよりも高い第 2 のエネルギーの放射線を照射させて前記放射線画像撮影装置により撮影された高エネルギー画像とを取得し、

前記低エネルギー画像と前記高エネルギー画像との差分を示す差分画像を生成し、

前記差分画像に対して行った造影量に関する解析結果と、前記経過時間とに基づいて、前記造影剤が注入された状態の被写体の前記高エネルギー画像の再撮影を行うか否かを特定する

処理をコンピュータに実行させるための制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、制御装置、制御方法、及び制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

造影剤を注入した被写体に対して、エネルギーが異なる放射線を各々放射させて低エネルギー画像と高エネルギー画像とを撮影する造影撮影を行い、高エネルギー画像と低エネルギー画像との差分を示す差分画像を生成することにより、造影剤を強調した放射線画像を生成する技術が知られている。造影剤が被写体に十分に浸透した状態で造影撮影を行うことが望まれており、少なくとも高エネルギー画像を適切なタイミングで撮影することが望まれている。そのため、造影撮影を行うタイミングを制御する技術が知られている。例えば、特開 2000 - 175900 号公報には、造影剤を注入後のプレスキャンにおける関心領域の CT (Computed Tomography) 値の変化に基づいて、被検者の検査スキャンを開始させる技術が記載されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 3 】

ところで、被写体等に応じて、造影量の浸透し易さ、すなわち造影剤が浸透する速度等が異なる場合がある。そのため、適切な撮影タイミングを特定することが困難であり、特開 2 0 0 0 - 1 7 5 9 0 0 号公報に記載の技術でも、十分とは言えない場合があった。

## 【 0 0 0 4 】

本開示は、上記事情を考慮して成されたものであり、造影撮影において、適切なタイミングで高エネルギー画像の撮影を行うことができる制御装置、制御方法、及び制御プログラムを提供する。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 5 】

本開示の第 1 の態様の制御装置は、少なくとも 1 つのプロセッサを備え、プロセッサは、放射線画像撮影装置により放射線画像を撮影する被写体に造影剤が注入されてからの経過時間を取得し、造影剤が注入された状態の被写体に第 1 のエネルギーの放射線を照射させて放射線画像撮影装置に撮影された低エネルギー画像と、造影剤が注入された状態の被写体に第 1 のエネルギーよりも高い第 2 のエネルギーの放射線を照射させて放射線画像撮影装置により撮影された高エネルギー画像とを取得し、低エネルギー画像と高エネルギー画像との差分を示す差分画像を生成し、差分画像に対して行った造影量に関する解析結果と、経過時間とに基づいて、造影剤が注入された状態の被写体の高エネルギー画像の再撮影を行うか否かを特定する。

## 【 0 0 0 6 】

本開示の第 2 の態様の制御装置は、第 1 の態様の制御装置において、プロセッサは、再撮影を行うことを特定した場合、解析結果と経過時間とに基づいて、再撮影を行うタイミングを導出する。

## 【 0 0 0 7 】

本開示の第 3 の態様の制御装置は、第 2 の態様の制御装置において、プロセッサは、導出した再撮影を行うタイミングで放射線画像撮影装置に高エネルギー画像を再撮影させる制御を行う。

## 【 0 0 0 8 】

本開示の第 4 の態様の制御装置は、第 1 の態様から第 3 の態様のいずれか 1 態様の制御装置において、プロセッサは、差分画像における関心領域のコントラストが予め定められた閾値以上の場合、経過時間によらず再撮影を行わないことを特定する。

## 【 0 0 0 9 】

本開示の第 5 の態様の制御装置は、第 1 の態様から第 4 の態様のいずれか 1 態様の制御装置において、プロセッサは、差分画像における関心領域のコントラストが予め定められた閾値未満、かつ経過時間が閾値時間以上の場合、再撮影を行わないことを特定する。

## 【 0 0 1 0 】

本開示の第 6 の態様の制御装置は、第 1 の態様から第 4 の態様のいずれか 1 態様の制御装置において、プロセッサは、差分画像における関心領域のコントラストが予め定められた閾値未満、かつ経過時間が閾値時間未満の場合、再撮影を行うことを特定する。

## 【 0 0 1 1 】

本開示の第 7 の態様の制御装置は、第 5 の態様または第 6 の態様の制御装置において、閾値時間は、造影剤の種類、被写体の血流、被写体の身長、被写体の体重、及び関心物の種類の少なくとも 1 つに応じた時間である。

## 【 0 0 1 2 】

本開示の第 8 の態様の制御装置は、第 5 の態様または第 6 の態様の制御装置において、被写体は乳房であり、閾値時間は、乳房の乳腺量に応じた時間である。

## 【 0 0 1 3 】

本開示の第 9 の態様の制御装置は、第 1 の態様から第 8 の態様のいずれか 1 態様の制御装置において、プロセッサは、再撮影を行うことを特定した場合、放射線画像により再撮影された高エネルギー画像を取得し、低エネルギー画像と再撮影された高エネルギー画像

10

20

30

40

50

との差分を示す再撮影差分画像を生成する。

【0014】

本開示の第10の態様の制御装置は、第1の態様から第8の態様のいずれか1態様の制御装置において、プロセッサは、再撮影を行うことを特定した場合、低エネルギー画像の再撮影も行うことを特定し、再撮影された低エネルギー画像と再撮影された高エネルギー画像との差分を示す再撮影差分画像を生成する。

【0015】

本開示の第11の態様の制御装置は、第9の態様または第10の態様の制御装置において、プロセッサは、差分画像と、再撮影差分画像とに対し、関心領域を強調するための同一の画像処理を行い、画像処理を行った差分画像及び再撮影差分画像を表示させる。

10

【0016】

本開示の第12の態様の制御装置は、第9の態様から第11の態様のいずれか1態様の制御装置において、プロセッサは、差分画像及び再撮影差分画像各々の同一の領域の造影量に関する造影量情報をさらに表示させる。

【0017】

本開示の第13の態様の制御装置は、第1の態様から第12の態様のいずれか1態様の制御装置において、被写体は、乳房であり、放射線画像撮影装置は、マンモグラフィ装置である。

【0018】

また、本開示の第14の態様の制御方法は、放射線画像撮影装置により放射線画像を撮影する被写体に造影剤が注入されてからの経過時間を取得し、造影剤が注入された状態の被写体に第1のエネルギーの放射線を照射させて放射線画像撮影装置に撮影された低エネルギー画像と、造影剤が注入された状態の被写体に第1のエネルギーよりも高い第2のエネルギーの放射線を照射させて放射線画像撮影装置により撮影された高エネルギー画像とを取得し、低エネルギー画像と高エネルギー画像との差分を示す差分画像を生成し、差分画像に対して行った造影量に関する解析結果と、経過時間とに基づいて、造影剤が注入された状態の被写体の高エネルギー画像の再撮影を行うか否かを特定する処理をコンピュータが実行するための方法である。

20

【0019】

また、本開示の第15の態様の制御プログラムは、放射線画像撮影装置により放射線画像を撮影する被写体に造影剤が注入されてからの経過時間を取得し、造影剤が注入された状態の被写体に第1のエネルギーの放射線を照射させて放射線画像撮影装置に撮影された低エネルギー画像と、造影剤が注入された状態の被写体に第1のエネルギーよりも高い第2のエネルギーの放射線を照射させて放射線画像撮影装置により撮影された高エネルギー画像とを取得し、低エネルギー画像と高エネルギー画像との差分を示す差分画像を生成し、差分画像に対して行った造影量に関する解析結果と、経過時間とに基づいて、造影剤が注入された状態の被写体の高エネルギー画像の再撮影を行うか否かを特定する処理をコンピュータに実行させるためのものである。

30

【発明の効果】

【0020】

本開示によれば、造影撮影において、適切なタイミングで高エネルギー画像の撮影を行うことができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】実施形態の放射線画像撮影システムにおける全体の構成の一例を概略的に表した構成図である。

【図2】実施形態のマンモグラフィ装置の外観の一例を表す側面図である。

【図3】実施形態のコンソールの構成の一例を表したブロック図である。

【図4】実施形態のコンソールの機能の一例を表す機能ブロック図である。

【図5】実施形態の放射線画像撮影システムによる造影撮影の流れの一例を表したフロー

50

チャートである。

【図 6 A】再撮影を行う場合の造影撮影の一例を示すタイムチャートである。

【図 6 B】再撮影を行わない場合の造影撮影の一例を示すタイムチャートである。

【図 7】造影撮影において実行される造影撮影制御処理の流れの一例を表したフローチャートである。

【図 8】造影撮影において実行される差分画像表示処理の流れの一例を表したフローチャートである。

【図 9】差分画像及び造影量情報を表示部に表示させた状態の一例を示す図である。

【図 10】高エネルギー画像のみの再撮影を行う場合の一例を示すタイムチャートである

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、本実施形態は本発明を限定するものではない。

【0023】

まず、本実施形態の放射線画像撮影システムにおける、全体の構成の一例について説明する。図 1 には、本実施形態の放射線画像撮影システム 1 における、全体の構成の一例を表す構成図が示されている。図 1 に示すように、本実施形態の放射線画像撮影システム 1 は、マンモグラフィ装置 10 及びコンソール 12 を備える。本実施形態のマンモグラフィ装置 10 が、本開示の放射線画像撮影装置の一例である。また、本実施形態のコンソール 12 が、本開示の制御装置の一例である。

【0024】

まず、本実施形態のマンモグラフィ装置 10 について説明する。図 2 には、本実施形態のマンモグラフィ装置 10 の外観の一例を表す側面図が示されている。なお、図 2 は、被検者の右側からマンモグラフィ装置 10 を見た場合の外観の一例を示している。

【0025】

本実施形態のマンモグラフィ装置 10 は、被検者の乳房を被写体として、乳房に放射線 R（例えば、X線）を照射して乳房の放射線画像を撮影する装置である。なお、マンモグラフィ装置 10 は、被検者が起立している状態（立位状態）のみならず、被検者が椅子（車椅子を含む）等に座った状態（座位状態）において、被検者の乳房を撮影する装置であってもよい。

【0026】

また、本実施形態のマンモグラフィ装置 10 は、被検者の乳房に造影剤を注入した状態で撮影を行ういわゆる造影撮影と、一般撮影と、2種類の撮影を行う機能を有している。なお、本実施形態では、被検者の乳房に造影剤を注入した状態で行う撮影を「造影撮影」といい、造影撮影ではない撮影を「一般撮影」という。

【0027】

図 2 に示すように、本実施形態のマンモグラフィ装置 10 は、撮影台 30 内部に制御部 20、記憶部 22、I/F (Interface)部 24、及び操作部 26 を備える。制御部 20 は、コンソール 12 の制御に応じて、マンモグラフィ装置 10 の全体の動作を制御する。制御部 20 は、いずれも図示を省略した、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、及びRAM (Random Access Memory) を備える。ROM には、CPU で実行される、放射線画像の撮影に関する制御を行うための撮影処理プログラムを含む各種のプログラム等が予め記憶されている。RAM は、各種データを一時的に記憶する。

【0028】

記憶部 22 には、放射線検出器 28 により撮影された放射線画像の画像データや、その他の各種情報等が記憶される。記憶部 22 の具体例としては、HDD (Hard Disk Drive) やSSD (Solid State Drive) 等が挙げられる。I/F 部 24 は、無線通信または有線通信により、コンソール 12 との間で各種情報の通信を行う。マンモグラフィ装置 10 で放射線検出器 28 により撮影された放射線画像の画像データは、I/F 部 24 を介して

10

20

30

40

50

コンソール 1 2 に無線通信または有線通信によって送信される。

【 0 0 2 9 】

また、操作部 2 6 は、例えば、マンモグラフィ装置 1 0 の撮影台 3 0 等に複数のスイッチとして設けられている。なお、操作部 2 6 は、タッチパネル式のスイッチとして設けられていてもよいし、医師及び技師等のユーザが手で操作するフットスイッチとして設けられていてもよい。

【 0 0 3 0 】

放射線検出器 2 8 は、被写体である乳房を通過した放射線 R を検出する。図 2 に示すように、放射線検出器 2 8 は、撮影台 3 0 の内部に配置されている。本実施形態のマンモグラフィ装置 1 0 では、撮影を行う場合、撮影台 3 0 の撮影面 3 0 A 上には、被検者の乳房がユーザによってポジショニングされる。

10

【 0 0 3 1 】

放射線検出器 2 8 は、被検者の乳房及び撮影台 3 0 を透過した放射線 R を検出し、検出した放射線 R に基づいて放射線画像を生成し、生成した放射線画像を表す画像データを出力する。本実施形態の放射線検出器 2 8 の種類は、特に限定されず、例えば、放射線 R を光に変換し、変換した光を電荷に変換する間接変換方式の放射線検出器であってもよいし、放射線 R を直接電荷に変換する直接変換方式の放射線検出器であってもよい。

【 0 0 3 2 】

放射線照射部 3 7 は、放射線源 3 7 R を備えている。図 2 に示すように放射線照射部 3 7 は、撮影台 3 0 及び圧迫ユニット 3 6 と共にアーム部 3 2 に設けられている。図 2 に示すように、放射線照射部 3 7 の下方にあたるアーム部 3 2 の被検者に近い位置には、フェイスガード 3 8 が着脱可能に設けられている。フェイスガード 3 8 は、放射線源 3 7 R から出射された放射線 R から被検者を保護するための保護部材である。

20

【 0 0 3 3 】

なお、図 2 に示すように本実施形態のマンモグラフィ装置 1 0 は、アーム部 3 2 と、基台 3 4 と、軸部 3 5 と、を備えている。アーム部 3 2 は、基台 3 4 によって、上下方向（Z 軸方向）に移動可能に保持される。軸部 3 5 は、アーム部 3 2 を基台 3 4 に連結する。またアーム部 3 2 は、軸部 3 5 を回転軸として、基台 3 4 に対して相対的に回転可能となっている。

【 0 0 3 4 】

アーム部 3 2 と撮影台 3 0 及び圧迫ユニット 3 6 は、軸部 3 5 を回転軸として、別々に、基台 3 4 に対して相対的に回転可能となっている。本実施形態では、基台 3 4、アーム部 3 2、撮影台 3 0、及び圧迫ユニット 3 6 にそれぞれ係合部（図示省略）が設けられ、この係合部の状態を切替えることにより、アーム部 3 2、撮影台 3 0、及び圧迫ユニット 3 6 の各々が基台 3 4 に連結される。軸部 3 5 に連結されたアーム部 3 2、撮影台 3 0、及び圧迫ユニット 3 6 の一方または両方が、軸部 3 5 を中心に一体に回転する。

30

【 0 0 3 5 】

圧迫ユニット 3 6 には、圧迫板 4 0 を上下方向（Z 軸方向）に移動する圧迫板駆動部（図示省略）が設けられている。本実施形態の圧迫板 4 0 は、被検者の乳房を圧迫する機能を有する。圧迫板 4 0 の支持部 4 6 は、圧迫板駆動部に着脱可能に取り付けられ、圧迫板駆動部により上下方向（Z 軸方向）に移動し、撮影台 3 0 との間で被検者の乳房を圧迫する。

40

【 0 0 3 6 】

一方、本実施形態のコンソール 1 2 は、無線通信 LAN（Local Area Network）等を介して R I S（Radiology Information System）2 等から取得した撮影オーダ及び各種情報と、操作部 5 6 等によりユーザにより行われた指示等とを用いて、マンモグラフィ装置 1 0 の制御を行う機能を有している。

【 0 0 3 7 】

本実施形態のコンソール 1 2 は、一例として、サーバーコンピュータである。図 3 に示すように、コンソール 1 2 は、制御部 5 0、記憶部 5 2、I / F 部 5 4、操作部 5 6、タ

50

イマ 57、及び表示部 58 を備えている。制御部 50、記憶部 52、I/F 部 54、操作部 56、タイマ 57、及び表示部 58 はシステムバスやコントロールバス等のバス 59 を介して相互に各種情報の授受が可能に接続されている。

【0038】

本実施形態の制御部 50 は、コンソール 12 の全体の動作を制御する。制御部 50 は、CPU 50A、ROM 50B、及び RAM 50C を備える。ROM 50B には、CPU 50A で実行される、後述する造影撮影制御処理プログラム 51A 及び差分画像表示プログラム 51B を含む各種のプログラム等が予め記憶されている。RAM 50C は、各種データを一時的に記憶する。本実施形態の CPU 50A が、本開示のプロセッサの一例である。本実施形態の造影撮影制御処理プログラム 51A が、本開示の制御プログラムの一例である。

10

【0039】

記憶部 52 には、マンモグラフィ装置 10 で撮影された放射線画像の画像データや、その他の各種情報等が記憶される。記憶部 52 の具体例としては、HDD や SSD 等が挙げられる。

【0040】

操作部 56 は、放射線 R の照射指示を含む放射線画像の撮影等に関する指示や各種情報等をユーザが入力するために用いられる。操作部 56 は特に限定されるものではなく、例えば、各種スイッチ、タッチパネル、タッチペン、及びマウス等が挙げられる。表示部 58 は、各種情報を表示する。なお、操作部 56 と表示部 58 とを一体化してタッチパネルディスプレイとしてもよい。

20

【0041】

I/F 部 54 は、無線通信または有線通信により、マンモグラフィ装置 10 及び RIS 2 との間で各種情報の通信を行う。本実施形態のコンソール 12 は、マンモグラフィ装置 10 で撮影された放射線画像の画像データを、I/F 部 54 を介して無線通信または有線通信によりマンモグラフィ装置 10 から受信する。

【0042】

タイマ 57 は、操作部 56 を介してユーザからスタートの指示を受け付けるとカウントを開始し、操作部 56 を介してユーザからストップの指示を受け付けるとカウントを停止する。換言すると、タイマ 57 は、ユーザによるスタートの指示を受け付けてからストップの指示を受け付けるまでの時間をカウントする。

30

【0043】

さらに、図 4 には、本実施形態のコンソール 12 の構成の一例の機能ブロック図を示す。図 4 に示すようにコンソール 12 は、制御部 60、第 1 取得部 62、第 2 取得部 64、生成部 66、及び特定部 68 を備える。一例として本実施形態のコンソール 12 は、制御部 50 の CPU 50A が ROM 50B に記憶されている造影撮影制御処理プログラム 51A を実行することにより、CPU 50A が制御部 60、第 1 取得部 62、第 2 取得部 64、生成部 66、及び特定部 68 として機能する。

【0044】

制御部 60 は、造影撮影において、マンモグラフィ装置 10 における放射線 R の照射に関する制御を行う機能を有する。本実施形態では、造影撮影を行う場合、造影剤が注入された状態の乳房に放射線源 37R から第 1 のエネルギーの放射線 R を照射させて放射線画像の撮影を行う。また、造影剤が注入された状態の乳房に放射線源 37R から第 1 のエネルギーよりも高い第 2 のエネルギーの放射線 R を照射させて放射線画像の撮影を行う。なお、本実施形態では、第 1 のエネルギーの放射線 R を照射させて撮影された放射線画像を「低エネルギー画像」といい、第 2 のエネルギーの放射線 R を照射させて撮影された放射線画像を「高エネルギー画像」という。また、低エネルギー画像及び高エネルギー画像等の種類を区別せずに、マンモグラフィ装置 10 により撮影された画像を総称する場合、単に「放射線画像」という。

40

【0045】

50

例えば、造影撮影に用いられる造影剤として、 $k$ 吸収端が $32\text{ keV}$ のヨード造影剤が一般的に用いられる。この場合の造影撮影では、ヨード造影剤の $k$ 吸収端よりも低い第1のエネルギーの放射線 $R$ を照射させて低エネルギー画像の撮影を行う。また、ヨード造影剤の $k$ 吸収端よりも高い第2のエネルギーの放射線 $R$ を照射させて高エネルギー画像の撮影を行う。

【0046】

そのため本実施形態の制御部60は、造影撮影において、放射線源37Rから第1のエネルギーの放射線 $R$ を照射させる制御、及び第2のエネルギーの放射線 $R$ を照射させる制御を行う。換言すると、制御部60は、マンモグラフィ装置10に低エネルギー画像を撮影させる制御、及び高エネルギー画像を撮影させる制御を行う。

10

【0047】

乳腺等の体組織と造影剤とでは、放射線の吸収特性が異なっている。そのため、上記のようにして撮影された高エネルギー画像には、乳腺や脂肪等の体組織が写っている他、造影剤が明瞭に写っている。また、低エネルギー画像には、造影剤がほとんど写っておらず、乳腺等の体組織が明瞭に写っている。従って、低エネルギー画像と高エネルギー画像との差分を示す差分画像は、乳腺構造が除去され造影剤が明瞭に写った画像とすることができる。

【0048】

また、本実施形態の制御部60は、詳細を後述する特定部68が再撮影を行うことを特定した場合、マンモグラフィ装置10に低エネルギー画像及び高エネルギー画像の各々を再撮影させる制御を行う機能を有する。

20

【0049】

第1取得部62は、乳房に造影剤が注入されてからの経過時間を取得する機能を有する。本実施形態では、乳房に造影剤を注入すると、ユーザは操作部56を操作してカウントの開始を指示する。本指示に応じて上述したように、タイマ57がカウントを開始する。第1取得部62は、タイマ57がカウントした時間を乳房に造影剤が注入されてからの経過時間（以下、単に「経過時間」という）として取得する。第1取得部62は、取得した経過時間を生成部66に出力する。

【0050】

第2取得部64は、マンモグラフィ装置10によって撮影された低エネルギー画像及び高エネルギー画像を取得する機能を有する。具体的には、マンモグラフィ装置10の放射線検出器28により撮影された低エネルギー画像を表す画像データ及び高エネルギー画像を表す画像データを、I/F部24及びI/F部54を介して取得する。第2取得部64は、取得した低エネルギー画像及び高エネルギー画像を生成部66に出力する。

30

【0051】

生成部66は、低エネルギー画像と高エネルギー画像の各々との差分を示す差分画像を生成する機能を有する。一例として本実施形態の生成部66は、低エネルギー画像に所定の係数を乗算して得られた画像データを、高エネルギー画像に所定の係数を乗算して得られた画像データから対応する画素毎に減算することにより、乳腺組織を除去し、造影剤を強調した差分画像を表す差分画像データを生成する。なお、高エネルギー画像の再撮影が行われた場合、再撮影された高エネルギー画像による差分画像も生成する。この場合の差分画像が、本開示の再撮影差分画像の一例である。生成部66は、生成した差分画像と第1取得部62から取得した経過時間とを対応付けて特定部68及び表示制御部69の各々に出力する。

40

【0052】

特定部68は、造影量に関する解析として画像解析を差分画像に対して行い、解析結果及び経過時間に基づいて、造影剤が注入された状態の乳房の低エネルギー画像及び高エネルギー画像の再撮影を行うか否かを特定する機能を有する。

【0053】

特定部68は、差分画像に対して造影量に関する画像解析を行うことにより、造影剤が

50

十分に浸透しているか否か、特に関心領域に十分に浸透しているか否かを判定する。一例として、本実施形態では差分画像において関心領域の輝度値が周りに比べて高い場合、具体的には関心領域のコントラストが閾値以上の場合、関心領域に造影剤が十分に浸透した状態であるとみなしている。本実施形態では、関心領域に造影剤が十分に浸透した状態において高エネルギー画像の撮影が行われていれば、再撮影を行わなくてもよいとしている。そのため、特定部 68 は、差分画像における関心領域のコントラストが閾値以上の場合、再撮影を行わないことを特定する。なお、関心領域に造影剤が十分に浸透した状態であるか否かを判定するための閾値は、造影剤の種類、乳房の乳腺量、及び関心物の種類等に応じて予め決めておけばよい。また、ユーザにより閾値の設定が可能であってもよい。

**【 0 0 5 4 】**

一方、造影剤の浸透し易さは、造影剤の種類、乳房の血流、乳房の乳腺量、被検者の身長、被検者の体重、及び関心物の種類等に応じて異なる傾向がある。造影剤が浸透する速度が速いほど、造影剤が浸透し易いといえる。

**【 0 0 5 5 】**

例えば、ヨードを用いた造影剤であっても、造影剤におけるヨードの含有量によって、造影剤が関心領域に浸透する速度が異なる傾向がある。このように、造影剤の浸透し易さは、造影剤の種類に応じて異なる傾向がある。なお、「造影剤の種類」について、造影剤に含まれるヨード等の造影成分、及び造影剤における造影成分の含有量の少なくとも一方が異なる場合、造影剤の種類が異なるという。

**【 0 0 5 6 】**

また、例えば、造影剤は血液と混ざりながら血管中を流れるため、血流が速いほど造影剤の浸透速度が速くなる傾向がある。このように、造影剤の浸透し易さは、乳房の血流に応じて異なる傾向がある。なお、乳房そのものの血流に代えて、被検者の血流を適用してもよい。

**【 0 0 5 7 】**

また、例えば、乳房の乳腺量が多いほど、造影剤が浸透し易い傾向がある。従って、いわゆるデンスブレストになるほど、造影剤が浸透し易い傾向がある。一方、乳腺量が多いほど、背景乳腺に隠れる確率が高くなるため、造影剤の浸透が十分であるか否かにかかわらず、早めに撮影を行うことが好ましい場合がある。また、例えば、被写体が肥満傾向にあるほど、造影剤が浸透し難い傾向がある。

**【 0 0 5 8 】**

また、例えば、腫瘍等の病変は乳腺よりも造影剤が浸透し易く、また、病変が悪性であるほど造影剤が早く浸透し、かつ造影剤がウオッシュアウトするのも早い傾向があるが、粘液癌等の一部の癌では、造影剤が浸透する速度が比較的遅い傾向がある。そのため、関心領域の種類や病変が悪性であるか否かに応じて造影剤の浸透し易さが異なる傾向がある。

**【 0 0 5 9 】**

差分画像における関心領域のコントラストが閾値未満の場合、未だ十分に造影剤が浸透していない場合と、浸透した造影剤がウオッシュアウトし始めている場合と、何らかの事情により造影剤の浸透量が少ない場合がある。そこで、本実施形態の特定部 68 は、差分画像における関心領域のコントラストが閾値未満の場合、かつ経過時間が閾値未満の場合、高エネルギー画像の再撮影を行うことを特定する。すなわち、特定部 68 は、関心領域に造影剤が未だ十分に浸透していない場合、高エネルギー画像の再撮影を行うことを特定する。一方、本実施形態の特定部 68 は、差分画像における関心領域のコントラストが閾値未満の場合、かつ経過時間が閾値以上の場合、高エネルギー画像の再撮影を行わないことを特定する。すなわち、特定部 68 は、関心領域に浸透した造影剤がウオッシュアウトし始めている場合、もしくは何らかの事情により造影剤の浸透量が少ない場合高エネルギー画像の再撮影を行わないことを特定する。

**【 0 0 6 0 】**

なお、上述したように造影剤の浸透速度は、造影剤の種類、乳房の血流、乳房の乳腺量、被検者の身長、被検者の体重（被写体の重量）、及び関心物の種類等に応じて異なるた

10

20

30

40

50

め、閾値時間は、これらのうちの少なくとも1つに応じて定められることが好ましい。

【0061】

また、特定部68は、高エネルギー画像の再撮影を行う場合、再撮影を行うタイミングを導出する。一例として本実施形態では、経過時間が閾値時間に達したタイミングを高エネルギー画像の再撮影を行うタイミングとしている。そのため、特定部68は、閾値時間及び経過時間に基づいて、高エネルギー画像の再撮影を行うタイミングを導出する。高エネルギー画像の再撮影を行う場合、特定部68は、再撮影を行うタイミングを表す情報を制御部60に出力する。

【0062】

また、本実施形態のコンソール12は、表示制御部69を備える。一例として本実施形態のコンソール12は、制御部50のCPU50AがROM50Bに記憶されている差分画像表示プログラム51Bを実行することにより、CPU50Aが、表示制御部69として機能する。

10

【0063】

表示制御部69は、生成部66が生成した差分画像を表示部58に表示させる機能を有する。また、本実施形態の表示制御部69は、差分画像から造影量に関する造影量情報を導出する。造影量情報とは、造影量を表す数値等が挙げられる。例えば、関心領域の造影量を表す数値である場合、表示制御部69は、まず差分画像から関心領域を特定する。なお、表示制御部69が差分画像から関心領域を特定する方法は特に限定されない。例えば、ユーザによって入力された関心領域に関する情報を受け付けることにより、差分画像から関心領域を特定してもよい。具体的には、表示部58に差分画像、低エネルギー画像、及び高エネルギー画像のうちの少なくとも1つの画像を表示させ、表示させた画像に対してユーザが操作部56を操作することによって指定した領域を関心領域に関する情報として受け付けてもよい。また例えば、表示制御部69は、差分画像に対してCAD (Computer Aided Diagnosis) を適用することで関心領域を特定してもよい。

20

【0064】

差分画像における画素の画素値は、造影量に対応している。そのため、差分画像の画素値から造影量を導出することができる。表示制御部69は、特定した関心領域に対応する画像の画素の画素値に基づいて、造影量を導出する。なお、表示制御部69は、関心領域全体の造影量の合計値、平均値、中央値、及び最大値等のいずれを導出してよく、いずれを導出するかについては、予め定められていてもよいし、ユーザによる指定が可能であってもよい。また、表示制御部69は、関心領域にかかわらず、造影量を表す数値を導出してよい。例えば、表示制御部69は、差分画像等に対してユーザが指示した位置または領域の造影量を表す数値を導出してよい。また、例えば、表示制御部69は、特定した関心領域外の領域の造影量を表す数値を導出してよい。

30

【0065】

次に、本実施形態の放射線画像撮影システム1による造影撮影におけるコンソール12の作用について図面を参照して説明する。

図5には、本実施形態の放射線画像撮影システム1による造影撮影の流れの一例を表したフローチャートが示されている。また、図6Aには、再撮影を行う場合の造影撮影のタイムチャートの一例が示されている。また、図6Bには、再撮影を行わない場合の造影撮影のタイムチャートの一例が示されている。なお、本実施形態では最初に撮影された低エネルギー画像70L<sub>0</sub>と再撮影された低エネルギー画像70L<sub>1</sub>とを区別せずに総称する場合、低エネルギー画像70Lという場合がある。同様に、本実施形態では最初に撮影された高エネルギー画像70H<sub>0</sub>と再撮影された高エネルギー画像70H<sub>1</sub>とを区別せずに総称する場合、高エネルギー画像70Hという場合がある。また、本実施形態では最初に撮影された低エネルギー画像70L<sub>0</sub>と高エネルギー画像70H<sub>0</sub>との差分を示す差分画像72<sub>0</sub>と、再撮影された低エネルギー画像70L<sub>1</sub>及び高エネルギー画像70H<sub>1</sub>との差分を示す差分画像72<sub>1</sub>とを区別せずに総称する場合、差分画像72という場合がある。

40

【0066】

50

造影撮影を行う場合、まず、図5のステップS10に示すようにユーザは、被写体となる乳房に造影剤を注入する。次のステップS12に示すようにユーザは、操作部56を操作して、タイマ57によるカウントを開始させる。次にステップS14に示すようにユーザは、マンモグラフィ装置10の撮影台30に被検者の乳房をポジショニングし、圧迫板40により乳房を圧迫する。

【0067】

次にステップS16で、マンモグラフィ装置10により低エネルギー画像70L及び高エネルギー画像70Hを撮影するための、図7に示した造影撮影制御処理がコンソール12により行われる。本実施形態のコンソール12は、一例として、制御部50のCPU50Aが、ROM50Bに記憶されている造影撮影制御処理プログラム51Aを実行することにより、図7に一例を示した造影撮影制御処理実行する。図7には、本実施形態のコンソール12において実行される造影撮影制御処理の流れの一例を表したフローチャートが示されている。

10

【0068】

図7のステップS100で制御部60は、放射線Rの照射指示を受け付けたか否かを判定する。照射指示を受け付けるまでステップS100の判定が否定判定となる。一方、照射指示を受け付けるとステップS100の判定が肯定判定となり、ステップS102へ移行する。

【0069】

ステップS102で制御部60は、第1のエネルギーの放射線Rを照射させるための指示を、マンモグラフィ装置10に出力する。マンモグラフィ装置10では、コンソール12から入力された指示に基づいて制御部20が、放射線源37Rから第1のエネルギーの放射線Rを乳房に向けて照射させ、放射線検出器28により低エネルギー画像70Lが撮影される。

20

【0070】

ステップS104で制御部60は、第2のエネルギーの放射線Rを照射させるための指示を、マンモグラフィ装置10に出力した後、ステップS106へ移行する。マンモグラフィ装置10では、コンソール12から入力された指示に基づいて制御部20が、放射線源37Rから第2のエネルギーの放射線Rを乳房に向けて照射させ、放射線検出器28により高エネルギー画像70Hが撮影される。

30

【0071】

なお、低エネルギー画像70L及び高エネルギー画像70Hを撮影する順番は、本実施形態に限定されず、高エネルギー画像70Hを低エネルギー画像70Lよりも先に撮影してもよい。すなわち、ステップS102の処理とステップS104の処理との順序を入れ替えてもよい。

【0072】

次のステップS106で第1取得部62は、上述したように経過時間を取得する。また、第2取得部64は、上述したように低エネルギー画像70L及び高エネルギー画像70Hを取得する。

【0073】

次のステップS108で生成部66は、上述したように、上記ステップS106で取得した低エネルギー画像70L及び高エネルギー画像70Hから差分画像72を生成する。図6A及び図6Bに示した例では、生成部66は、低エネルギー画像70L<sub>0</sub>と高エネルギー画像70H<sub>0</sub>との差分を示す差分画像72<sub>0</sub>を生成する。

40

【0074】

次のステップS110で特定部68は、差分画像72における関心領域を特定する。一例として本実施形態の特定部68は、ステップS108で生成した差分画像72に対してCADを適用することで関心領域を特定する。

【0075】

次のステップS112で特定部68は、事前情報を取得する。事前情報は閾値時間を特

50

定するための情報であり、現在の造影撮影の前に得られている情報である。上述したように、一例として本実施形態の閾値時間は、造影剤の種類、乳房の血流、乳房の乳腺量、被検者の身長、被検者の体重、及び関心物の種類のうちの少なくとも1つに応じて定められる。特定部68が事前情報を取得する方法は、特に限定されない。

**【0076】**

例えば、現在、造影撮影中の乳房について、事前に撮影された画像が存在する場合、特定部68は、事前に撮影された画像から事前情報を取得してもよい。事前に撮影された画像としては、現在造影撮影中の乳房を一般撮影した放射線画像、超音波画像、CT (Computed Tomography) 画像、及びMRI (Magnetic Resonance Imaging) 画像等が挙げられる。特定部68は、これらの画像の少なくとも1つに対してCADを適用して、乳房の乳腺量や関心領域の有無、病変の悪性の程度等を関心物の種類として取得する。または、これらの画像に対して医師等の読影結果が付与されている場合、特定部68は、読影結果を事前情報として取得する。

10

**【0077】**

また例えば、特定部68は、撮影メニュー、撮影オーダ、及び電子カルテ等から造影剤の種類、乳房の血流、被検者の身長、被検者の体重、及び関心物の種類等の事前情報を取得してもよい。また例えば、特定部68は、操作部56を用いてユーザが入力した事前情報を取得してもよい。

**【0078】**

なお、特定部68が、複数種類の事前情報を取得する場合があるため、上述した複数種類の事前情報について優先順位を予め設定しておいてもよく、ユーザにより優先順位の設定が可能であってもよい。例えば、特定部68は、現時点に直近の事前情報を採用することとしてもよい。また例えば、関心物として悪性の病変を特定した場合、悪性の病変が特定された事前情報がいつの時点のものであるかに係わらず、特定部68は、特定した悪性の病変に関する事前情報を採用することとしてもよい。

20

**【0079】**

なお、特定部68が取得可能な事前情報が存在しない場合、特定部68は、事前情報を取得できないことを特定する。

**【0080】**

次のステップS114で特定部68は、上述したように、造影量に関する画像解析を差分画像72に対して行う。本実施形態では、上述したように差分画像72における関心領域のコントラストを解析結果として導出する。

30

**【0081】**

次のステップS116で特定部68は、上述したように、上記ステップS114で導出したコントラストが閾値以上(コントラスト 閾値)であるか否かを判定する。コントラストが閾値以上ではない場合、換言するとコントラストが閾値未満の場合、ステップS116の判定が否定判定となり、ステップS118へ移行する。

**【0082】**

ステップS118で特定部68は、上述したように、経過時間が閾値時間以上(経過時間 閾値時間)であるか否かを判定する。本処理に用いる閾値時間は、上記ステップS112で取得した事前情報に応じて特定される。一例として本実施形態では、事前情報と閾値時間との対応関係を表す対応関係情報が予め記憶部52に記憶されている。特定部68は、上記ステップS112で取得した事前情報に対応する閾値時間を、記憶部52に記憶されている対応関係情報を参照して特定する。経過時間が閾値時間以上ではない場合、換言すると経過時間が閾値時間未満である場合、上述したように、造影剤が未だ十分に浸透していないとみなせる。そのためステップS118の判定が否定判定となり、特定部68は、高エネルギー画像70Hの再撮影を行うことを特定してステップS102に戻り、上記ステップS102~S116の処理を繰り返す。これにより、例えば、図6Aに示したように再撮影が行われる。

40

**【0083】**

50

一方、経過時間が閾値時間以上である場合、上述したように、造影剤がウォッシュアウトし始めている、または何らかの事情により造影剤の浸透量が少ないため、特定部 6 8 は、高エネルギー画像 7 0 H の再撮影を行わないことを特定して、図 7 に示した造影撮影制御処理を終了する。

【 0 0 8 4 】

また、上記ステップ S 1 1 6 においてコントラストが閾値以上である場合、上述したように、造影剤が十分に浸透した状態であるとみなせる。そのため、ステップ S 1 1 6 の判定が肯定判定となり、図 7 に示した造影撮影制御処理を終了する。

【 0 0 8 5 】

このようにして図 7 に示した造影撮影制御処理が終了すると、図 5 に示したステップ S 1 1 6 の処理が終了する。ステップ S 1 6 の処理が終了すると造影撮影が終了する。なお、制御部 6 0 は、造影撮影が終了したことをユーザに報知してもよい。

10

【 0 0 8 6 】

そのため、次のステップ S 1 8 で乳房の圧迫を解除する。具体的には、制御部 6 0 は、マンモグラフィ装置 1 0 に対して、圧迫板 4 0 を撮影台 3 0 から離れる方向に移動させる指示を出力する。マンモグラフィ装置 1 0 は、入力された指示に基づいて制御部 5 0 が、圧迫板 4 0 を撮影台 3 0 から離れる方向に移動させる。これにより、乳房の圧迫が解除される。なお、乳房の圧迫の解除は、ユーザの指示に応じて行ってもよいし、造影撮影の終了に応じて自動的に行ってもよい。

【 0 0 8 7 】

20

次のステップ S 2 0 でコンソール 1 2 により、図 8 に示した差分画像表示処理が行われる。本実施形態のコンソール 1 2 は、一例として、制御部 5 0 の CPU 5 0 A が、ROM 5 0 B に記憶されている差分画像表示プログラム 5 1 B を実行することにより、図 8 に一例を示した差分画像表示処理を実行する。図 8 には、本実施形態のコンソール 1 2 において実行される差分画像表示処理の流れの一例を表したフローチャートが示されている。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 2 0 0 で表示制御部 6 9 は、上述したように造影量情報を導出する。具体的には、上記ステップ S 1 6 において実行した図 7 に示した造影撮影制御処理のステップ S 1 0 8 で生成した差分画像 7 2 から造影量情報を導出する。

【 0 0 8 9 】

30

次のステップ S 2 0 2 で表示制御部 6 9 は、差分画像 7 2 を強調する画像処理を行う。表示制御部 6 9 が行う画像処理としては、例えば、階調強調処理や周波数強調処理等が挙げられる。本実施形態の表示制御部 6 9 は、生成部 6 6 により生成された差分画像 7 2 に対しヒストグラム解析等の解析を行い、階調強調処理及び周波数強調処理のいずれの画像処理を行うか、また、強調の度合いを特定する。表示制御部 6 9 は、特定した画像処理及び強調の度合いに応じた画像処理を差分画像 7 2 に対して行い、画像処理後の差分画像 8 2 (以下、単に「差分画像 8 2」という)を生成する。

【 0 0 9 0 】

なお、差分画像 7 2 0 と差分画像 7 2 1 との比較を容易にするために、表示制御部 6 9 が差分画像 7 2 0 に対して行う画像処理と、差分画像 7 2 1 に対して行う画像処理とは同一の処理であることが好ましい。また、表示制御部 6 9 が差分画像 7 2 0 に対して行う画像処理における強調度合いと、差分画像 7 2 1 に対して行う画像処理における強調度合いとは同一であることが好ましい。

40

【 0 0 9 1 】

次のステップ S 2 0 4 で表示制御部 6 9 は、上記ステップ S 2 0 0 で導出した造影量情報と、上記ステップ S 2 0 2 による画像処理後の差分画像 8 2 とを表示部 5 8 に表示させる制御を行う。ステップ S 2 0 4 の処理が終了すると、図 8 に示した差分画像生成処理が終了する。

【 0 0 9 2 】

図 9 には、差分画像 8 2 及び造影量情報 8 0 を表示部 5 8 に表示させた状態の一例を示

50

す。図 9 に示すように本実施形態の表示制御部 6 9 は、差分画像 7 2 0 を画像処理した差分画像 8 2 0 と、再撮影により得られた差分画像 7 2 1 を画像処理した差分画像 8 2 1 とを、並べて表示部 5 8 に表示させる。また、図 9 に示した例では、表示制御部 6 9 は、差分画像 8 2 0 に、関心領域の造影量情報 8 0 0 と、差分画像 8 2 0 に対応する経過時間を表す経過時間情報 8 3 0 とを重畳させて表示させる。また、表示制御部 6 9 は、差分画像 8 2 1 に、関心領域の造影量情報 8 0 1 と、差分画像 8 2 1 に対応する経過時間を表す経過時間情報 8 3 1 とを重畳させて表示させる。

【 0 0 9 3 】

また、図 9 に示すように、表示制御部 6 9 は、被写体となった乳房について、一般撮影により撮影された放射線画像 8 4、換言すると造影剤が注入されていない状態で撮影された放射線画像 8 4 が存在する場合、比較例として放射線画像 8 4 も表示部 5 8 に表示させる。なお、上述したように、低エネルギー画像は、造影剤がほとんど写っておらず、乳腺等の体組織が明瞭に写っているため、放射線画像 8 4 に代えて、低エネルギー画像 7 0 L を表示部 5 8 に表示させてもよい。

10

【 0 0 9 4 】

また、図 9 に示した例では、差分画像 8 2 0 と差分画像 8 2 1 とを並べて表示させた形態を示したが、差分画像 8 2 0 及び差分画像 8 2 1 のいずれか一方を表示させ、ユーザの指示に応じて表示させる差分画像を切り替える形態としてもよい。

【 0 0 9 5 】

このようにして図 8 に示した差分画像表示処理が終了すると、図 5 に示したステップ S 2 0 の差分画像表示処理が終了する。これにより、本実施形態の放射線画像撮影システム 1 における造影撮影に係わる一連の処理が終了する。なお、本実施形態のマンモグラフィ装置 1 0 により撮影された低エネルギー画像 7 0 L 及び複数の高エネルギー画像 7 0 H、経過時間情報 8 3、コンソール 1 2 により生成された複数の差分画像 7 2、画像処理後の差分画像 8 2、及び造影量情報 8 0 等は、コンソール 1 2 の記憶部 5 2 や、P A C S ( Picture Archiving and Communication Systems ) 等に記憶させておく形態としてもよい。

20

【 0 0 9 6 】

また、上記形態では、図 5 の S 1 8 の処理が終了した後、続けて差分画像表示処理を行う形態を示したが、差分画像表示処理を行うタイミング、すなわち、差分画像 8 2 を表示するタイミングは本形態に限定されない。例えば、差分画像 8 2 を表示するタイミングは、造影撮影後のユーザの所望に応じたタイミングで行う形態であってもよい。

30

【 0 0 9 7 】

以上説明したように、上記形態のコンソール 1 2 は、少なくとも 1 つのプロセッサとして C P U 5 0 A を備える。C P U 5 0 A は、マンモグラフィ装置 1 0 により放射線画像を撮影する乳房に造影剤が注入されてからの経過時間を取得する。また、C P U 5 0 A は、造影剤が注入された状態の乳房に第 1 のエネルギーの放射線 R を照射させてマンモグラフィ装置 1 0 に撮影された低エネルギー画像と、造影剤が注入された状態の乳房に第 1 のエネルギーよりも高い第 2 のエネルギーの放射線 R を照射させてマンモグラフィ装置 1 0 により撮影された高エネルギー画像とを取得する。また、C P U 5 0 A は、低エネルギー画像と高エネルギー画像との差分を示す差分画像を生成する。また、C P U 5 0 A は、差分画像に対して行った造影量に関する解析結果と、経過時間とに基づいて、造影剤が注入された状態の乳房の高エネルギー画像の再撮影を行うか否かを特定する。

40

【 0 0 9 8 】

乳房への造影剤の浸透具合は、乳房の乳腺量や関心物の種類等の様々な条件で変化する。そのため、撮影のタイミングが分かり難い場合がある。また、撮影された差分画像を参照しても、造影剤が十分に浸透した状態とみなせるか判定し難い場合がある。このような場合に対し、本実施形態では、低エネルギー画像と高エネルギー画像との差分を示す差分画像に対して行った造影量に関する解析結果と、経過時間とに基づいて高エネルギー画像の再撮影を行うか否かを特定する。従って、本実施形態によれば、造影撮影において、適切なタイミングで高エネルギー画像の撮影を行うことができる。

50

## 【 0 0 9 9 】

また、本実施形態によれば、再撮影を行う回数を適切な回数とすることができるため、被写体の被曝量を抑制することができる。

## 【 0 1 0 0 】

なお、上記形態では、再撮影について、低エネルギー画像及び高エネルギー画像の両方を再撮影する形態について説明したが、本形態に限定されず、少なくとも高エネルギー画像の再撮影を行う形態であればよい。すなわち、低エネルギー画像については、再撮影を行わなくもよい。上述したように、低エネルギー画像は、乳腺構造が明瞭に写っている一方、造影剤がほとんど写っていない。そのため、低エネルギー画像は、時間経過による造影剤の浸透にかかわらず、同様の画像となる傾向がある。そのため、低エネルギー画像は、高エネルギー画像よりも頻繁に再撮影しなくてもよい場合がある。

10

## 【 0 1 0 1 】

図 1 0 には、高エネルギー画像のみの再撮影を行う場合のタイムチャートの一例を示す。図 1 0 に示した例では、乳房の圧迫後にまず、低エネルギー画像 7 0 L 0 及び高エネルギー画像 7 0 H 0 の撮影が行われ、生成部 6 6 が差分画像 7 2 0 を生成する。特定部 6 8 により差分画像 7 2 の画像解析の解析結果により再撮影を行うことが特定された場合、制御部 6 0 は、高エネルギー画像 7 0 H 1 のみを再撮影する。そして、生成部 6 6 は、低エネルギー画像 7 0 L 0 と高エネルギー画像 7 0 H 1 との差分画像 7 2 1 を生成する。

## 【 0 1 0 2 】

このように高エネルギー画像のみの再撮影することで低エネルギー画像の撮影回数を減らすことにより、被検者の被曝量を低減することができる。一方、乳腺構造が動く等、乳房に体動が生じる場合があるため、体動を考慮した場合、低エネルギー画像を再撮影することが好ましい。

20

## 【 0 1 0 3 】

なお、上記形態では、造影撮影制御処理（図 7 参照）のステップ S 1 1 6 で肯定判定となる、もしくはステップ S 1 1 8 で肯定判定となるまで再撮影が行われる形態について説明した。すなわち、上記条件を満たすまで、再撮影が複数回行われる形態について説明した。しかしながら、再撮影を行う回数は限定されず、例えば、上限回数を設けてもよいし、1 回のみであってもよい。

## 【 0 1 0 4 】

なお、上記形態では、自動的に高エネルギー画像及び低エネルギー画像の再撮影を行う形態について説明したが、ユーザの指示に応じて再撮影を行う形態としてもよい。例えば、特定部 6 8 が再撮影を行うこととした場合、再撮影のタイミングをユーザに報知し、当該報知に応じたユーザによる再撮影の指示を受け付けて、制御部 6 0 が再撮影を行う形態としてもよい。

30

## 【 0 1 0 5 】

また、本実施形態では、コンソール 1 2 がタイマ 5 7 を備え、コンソール 1 2 自身が経過時間をカウントする形態について説明したが、コンソール 1 2 がタイマ 5 7 を備えずに、外部の装置で経過時間をカウントする形態としてもよい。例えば、ユーザがストップウォッチ等の計測器により経時時間を測定して操作部 5 6 を用いてコンソール 1 2 に入力し、入力された経過時間を第 1 取得部 6 2 が取得する形態であってもよい。

40

## 【 0 1 0 6 】

また、上記形態では、閾値時間や再撮影を行うタイミングを事前情報に基づいて特定する形態について説明したが、造影剤の注入後に最初に低エネルギー画像及び高エネルギー画像を撮影するタイミングについても、事前情報に基づいて導出してもよい。なお、この場合、最初に低エネルギー画像及び高エネルギー画像を撮影するタイミングと、閾値時間及び再撮影を行うタイミングとを、異なるタイミングとする。

## 【 0 1 0 7 】

また、上記形態では、本開示の被写体の一例として乳房を適用し、本開示の放射線画像撮影装置の一例として、マンモグラフィ装置 1 0 を適用した形態について説明したが、被

50

写体は乳房に限定されず、また放射線画像撮影装置はマンモグラフィ装置に限定されない。例えば、被写体は胸部や腹部等であってもよいし、放射線画像撮影装置はマンモグラフィ装置以外の放射線画像撮影装置を適用する形態であってもよい。

【0108】

また、上記形態では、コンソール12が本開示の制御装置の一例である形態について説明したが、コンソール12以外の装置が本開示の制御装置の機能を備えていてもよい。換言すると、制御部60、第1取得部62、第2取得部64、生成部66、特定部68、及び表示制御部69の機能の一部または全部をコンソール12以外の、例えばマンモグラフィ装置10や、外部の装置等が備えていてもよい。

【0109】

また、上記形態において、例えば、制御部60、第1取得部62、第2取得部64、生成部66、特定部68、及び表示制御部69といった各種の処理を実行する処理部（processing unit）のハードウェア的な構造としては、次に示す各種のプロセッサ（processor）を用いることができる。上記各種のプロセッサには、前述したように、ソフトウェア（プログラム）を実行して各種の処理部として機能する汎用的なプロセッサであるCPUに加えて、FPGA（Field Programmable Gate Array）等の製造後に回路構成を変更可能なプロセッサであるプログラマブルロジックデバイス（Programmable Logic Device：PLD）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）等の特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路等が含まれる。

【0110】

1つの処理部は、これらの各種のプロセッサのうちの1つで構成されてもよいし、同種又は異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数のFPGAの組み合わせや、CPUとFPGAとの組み合わせ）で構成されてもよい。また、複数の処理部を1つのプロセッサで構成してもよい。

【0111】

複数の処理部を1つのプロセッサで構成する例としては、第1に、クライアント及びサーバ等のコンピュータに代表されるように、1つ以上のCPUとソフトウェアの組み合わせで1つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の処理部として機能する形態がある。第2に、システムオンチップ（System On Chip：SoC）等に代表されるように、複数の処理部を含むシステム全体の機能を1つのIC（Integrated Circuit）チップで実現するプロセッサを使用する形態がある。このように、各種の処理部は、ハードウェア的な構造として、上記各種のプロセッサの1つ以上を用いて構成される。

【0112】

更に、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造としては、より具体的には、半導体素子などの回路素子を組み合わせた電気回路（circuitry）を用いることができる。

【0113】

また、上記各実施形態では、造影撮影制御処理プログラム51A及び差分画像表示プログラム51BがROM50Bに予め記憶（インストール）されている態様を説明したが、これに限定されない。造影撮影制御処理プログラム51A及び差分画像表示プログラム51Bの各々は、CD-ROM（Compact Disc Read Only Memory）、DVD-ROM（Digital Versatile Disc Read Only Memory）、及びUSB（Universal Serial Bus）メモリ等の記録媒体に記録された形態で提供されてもよい。また、造影撮影制御処理プログラム51A及び差分画像表示プログラム51Bの各々は、ネットワークを介して外部装置からダウンロードされる形態としてもよい。

【0114】

2020年9月28日出願の日本国特許出願2020-162697号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。

【0115】

本明細書に記載された全ての文献、特許出願、及び技術規格は、個々の文献、特許出願

10

20

30

40

50

、及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

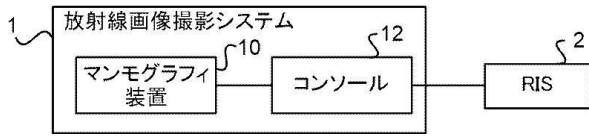
【符号の説明】

【 0 1 1 6 】

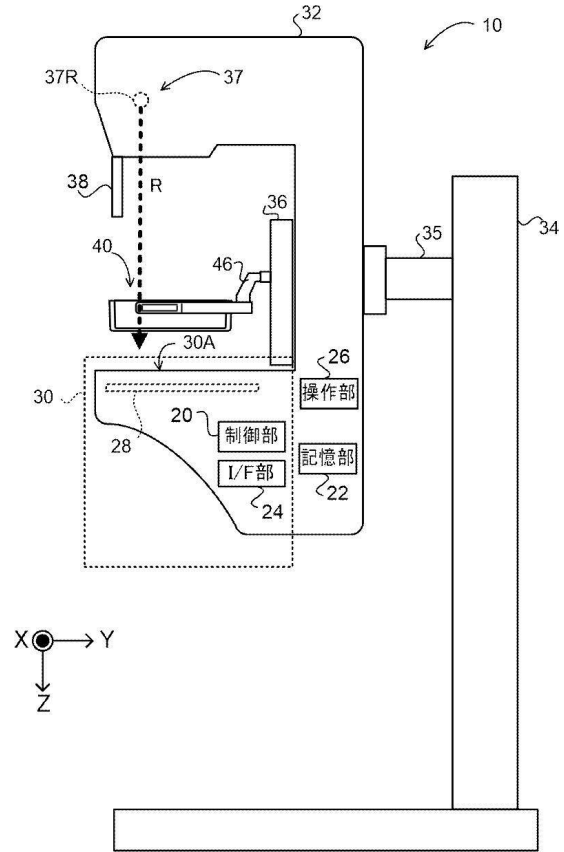
1	放射線画像撮影システム	
2	R I S	
1 0	マンモグラフィ装置	
1 2	コンソール	
2 0、5 0	制御部	
2 2、5 2	記憶部	10
2 4、5 4	I / F 部	
2 6、5 6	操作部	
2 8	放射線検出器	
3 0	撮影台、3 0 A 撮影面	
3 2	アーム部	
3 4	基台	
3 5	軸部	
3 6	圧迫ユニット	
3 7	放射線照射部、3 7 R 放射線源	
3 8	フェイスガード	20
4 0	圧迫板	
4 6	支持部	
5 0 A	C P U、5 0 B R O M、5 0 C R A M	
5 1 A	造影撮影制御処理プログラム、5 1 B 差分画像表示プログラム	
5 7	タイマ	
5 8	表示部	
5 9	バス	
6 0	制御部	
6 2	第 1 取得部	
6 4	第 2 取得部	30
6 6	生成部	
6 8	特定部	
6 9	表示制御部	
7 0 L 0、7 0 L 1	低エネルギー画像	
7 0 H 0、7 0 H 1	高エネルギー画像	
7 2 0、7 2 1、8 2 0、8 2 1	差分画像	
8 0 0、8 0 1	造影量情報	
8 3 0、8 3 1	経過時間情報	
8 4	放射線画像	
R	放射線	40

【図面】

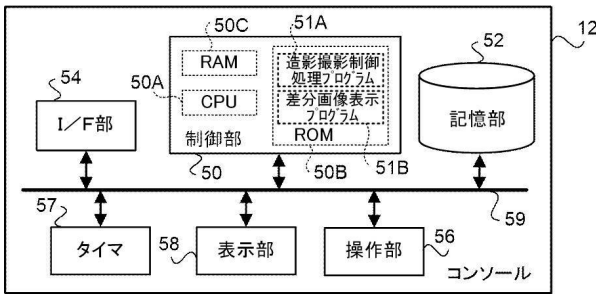
【図 1】



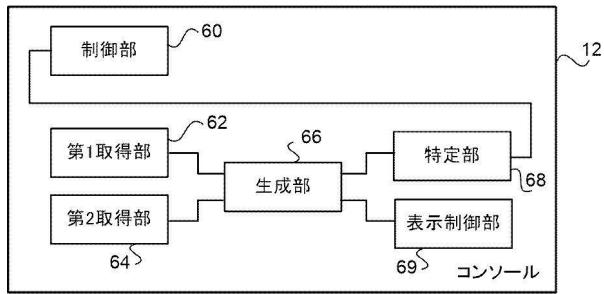
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

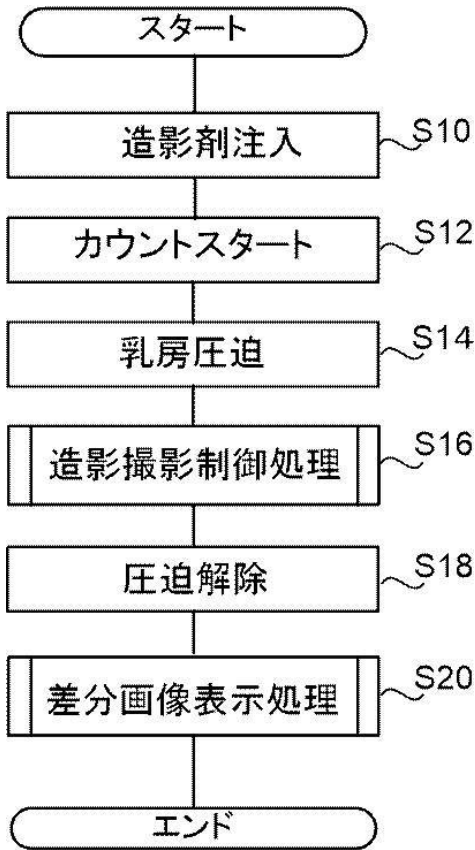
20

30

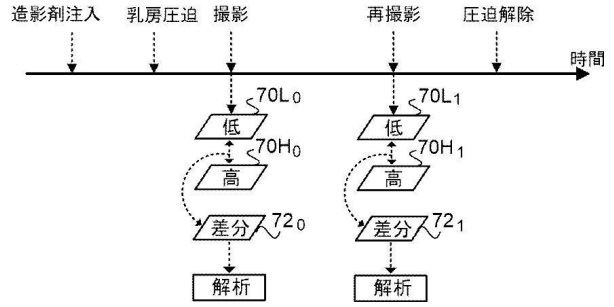
40

50

【図5】



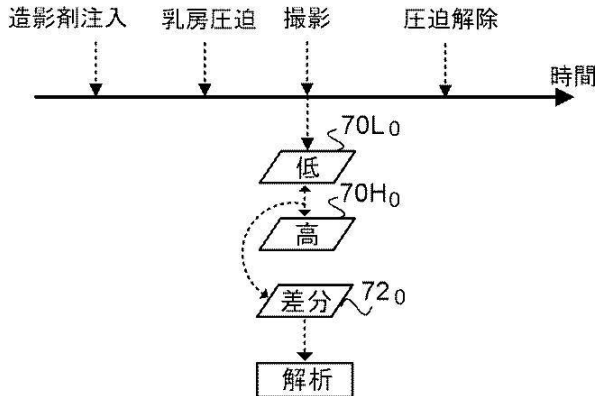
【図6A】



10

20

【図6B】



【図7】

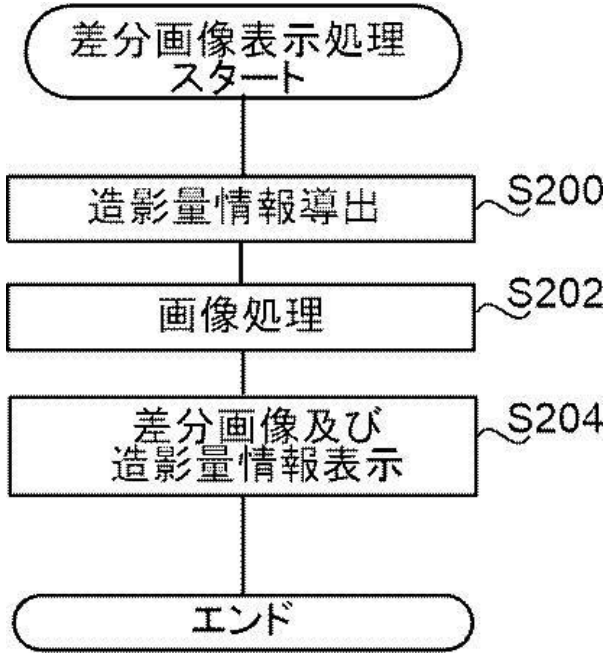


30

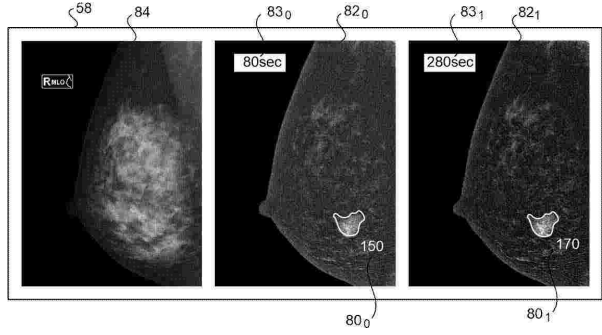
40

50

【図8】

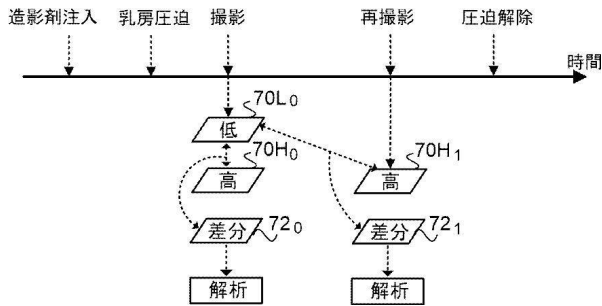


【図9】



10

【図10】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2007/049471(WO,A1)  
国際公開第2015/107963(WO,A1)  
特開2004-248932号公報(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
A61B 6/00 - 6/12