

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年6月27日(27.06.2019)



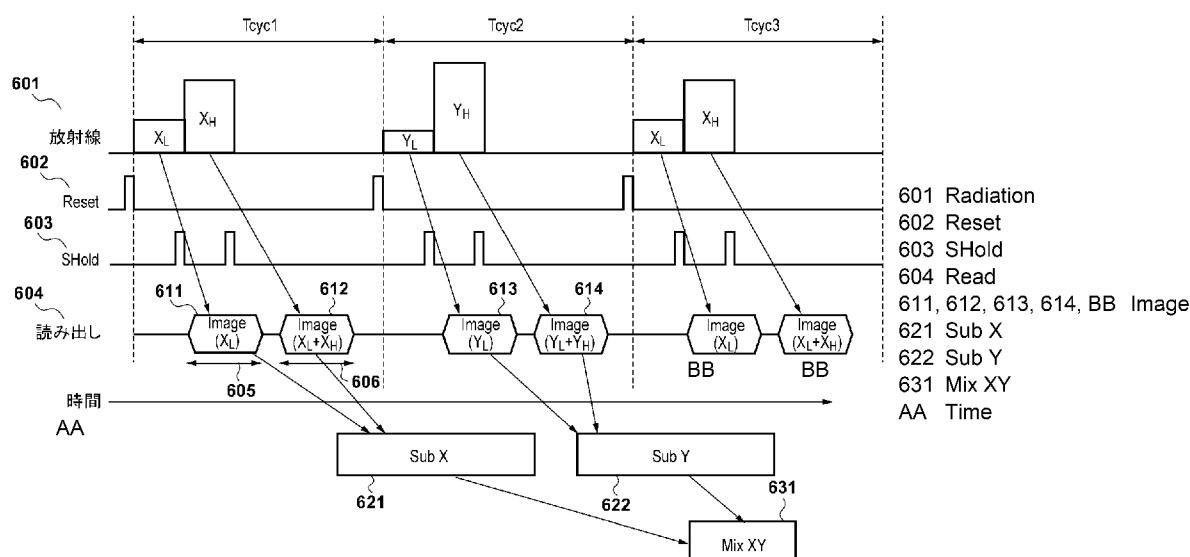
(10) 国際公開番号

WO 2019/123774 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 6/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/037238
- (22) 国際出願日: 2018年10月4日(04.10.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-244418 2017年12月20日(20.12.2017) JP
- (71) 出願人: キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 立川 博英 (TACHIKAWA, Hirohide); 〒1468501 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大塚 康德, 外 (OHTSUKA, Yasunori et al.); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町3番6号 紀尾井町パークビル7F Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) Title: RADIOGRAPHY SYSTEM, INFORMATION PROCESSING DEVICE, METHOD FOR CONTROLLING INFORMATION PROCESSING DEVICE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 放射線撮影システム、情報処理装置、情報処理装置の制御方法、およびプログラム



(57) Abstract: This radiography system sequentially emits a first low-energy radiation and a first high-energy radiation for identifying a first substance and a second low-energy radiation and a second high-energy radiation for identifying a second substance, and generates a first image for identifying the first substance and a second image for identifying the second substance on the basis of at least any of the first low-energy radiation, the first high-energy radiation, the second low-energy radiation, and the second low-energy radiation.

ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：放射線撮影システムは、第1の物質を識別するための第1の低エネルギーの放射線と第1の高エネルギーの放射線と、第2の物質を識別するための第2の低エネルギーの放射線と第2の高エネルギーの放射線とを連続的に照射し、該第1の低エネルギーの放射線と該第1の高エネルギーの放射線と該第2の低エネルギーの放射線と該第2の高エネルギーの放射線の少なくともいずれかに基づいて、該第1の物質を識別するための第1の画像と該第2の物質を識別するための第2の画像を生成する。

明 細 書

発明の名称：

放射線撮影システム、情報処理装置、情報処理装置の制御方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、放射線撮影技術に関するものである。

背景技術

[0002] 放射線撮影装置を用いた撮影方法の応用として、エネルギーサブトラクション法がある。エネルギーサブトラクション法は、被写体に対して、異なる放射線のエネルギーを照射して撮影することにより得られた複数の放射線画像に対して、差分処理（エネルギーサブトラクション処理）を実施する方法である。当該差分処理により得られた画像（サブトラクション画像）は、被写体の骨や軟部組織を明瞭化した画像（骨画像や軟部組織画像）である。このようなサブトラクション画像を1枚得るためには、少なくとも高低のエネルギーの放射線撮影により得られた、2枚以上の放射線画像が必要となる。更に、サブトラクション画像の動画表示を行うためには、より多くのサブトラクション画像が必要となる。このようにエネルギーサブトラクション法では、1枚のサブトラクション画像を得るために、少なくとも2枚ひと組の放射線画像を要するため、フレームレートが下がることが課題である。

[0003] このような課題を解決するために、特許文献1には、フレームレートを落とさずに、サブトラクション画像の動画表示を行う技術が開示されている。具体的には、奇数フレームと偶数フレームで得られる2枚の画像からではなく、奇数フレームと偶数フレーム、偶数フレームと奇数フレームといったように、直近の2つのフレームで得られる2枚の画像からサブトラクション画像を得ることが記載されている。

[0004] また、エネルギーサブトラクション法で撮影を行うことによって、物質を識別できることが知られている。物質の識別には、実効原子番号の概念を用

いる。実効原子番号とは、元素、化合物、混合物を示す定量指標である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第05727653号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述したように、エネルギーサブトラクション法によって、特定の物質を識別することが可能であるが、より明瞭に識別したい場合、その物質の識別に適した線質・線量（エネルギー）の組み合わせで、高エネルギーの放射線と低エネルギーの放射線を照射する必要がある。ここで、識別したい物質が1種類であれば、対象物質に最適化した高エネルギーの放射線と低エネルギーの放射線を照射すればよい。一方、カテーテルと血管構造等、複数の物質を明瞭に識別した画像を生成したい場合、識別したい物質の組み合わせによっては、同一の高エネルギーの放射線と低エネルギーの放射線を照射することは可能である。しかしながら、通常はそれぞれの対象物質に合わせた2種類の高エネルギーの放射線と2種類の低エネルギーの放射線を照射する必要がある。

[0007] そのため、エネルギーサブトラクション法によって複数の物質を識別するための画像を生成する際、フレームレートが下がってしまう課題がある。

[0008] 本開示では、上記課題に鑑みて、エネルギーサブトラクション法による画像を生成するためのフレームレートを改善するための技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するための一形態として、本発明の放射線撮影システムは、以下の構成を有する。すなわち、第1の物質を識別するための第1の低エネルギーの放射線と第1の高エネルギーの放射線と、第2の物質を識別するための第2の低エネルギーの放射線と第2の高エネルギーの放射線とを連続的に照射する放射線発生手段と、前記第1の低エネルギーの放射線と前記第

1の高エネルギーの放射線と前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネルギーの放射線の少なくともいずれかに基づいて、前記第1の物質を識別するための第1の画像と前記第2の物質を識別するための第2の画像を生成する画像処理手段と、を有する。

発明の効果

- [0010] 本発明によれば、エネルギーサブトラクション法による画像を生成するためのフレームレートが改善される。
- [0011] 本発明のその他の特徴及び利点は、添付図面を参照とした以下の説明により明らかになるであろう。なお、添付図面においては、同じ若しくは同様の構成には、同じ参照番号を付す。

図面の簡単な説明

- [0012] 添付図面は明細書に含まれ、その一部を構成し、本発明の実施の形態を示し、その記述と共に本発明の原理を説明するために用いられる。
- [図1]エネルギーサブトラクション法による物質識別手順の概念を示す図である。
- [図2]物質Xと物質Yそれぞれのサブトラクション画像をエネルギーサブトラクション法によって生成する際のタイミングチャートの例を示す。
- [図3]放射線撮影システム10の全体図を示す。
- [図4A]情報処理装置103の機能構成例を示す。
- [図4B]情報処理装置103のハードウェア構成例を示す。
- [図5]放射線撮影装置104の構成例である。
- [図6A]第1の実施形態におけるエネルギーサブトラクション法に基づく合成画像(M_i × X_Y)を生成するための処理のタイミングチャートを示す。
- [図6B]第1の実施形態における放射線撮影システム10の動作を示すフローチャートである。
- [図7A]第2の実施形態におけるエネルギーサブトラクション法に基づく合成画像(M_i × X_Y)を生成するための処理のタイミングチャートを示す。
- [図7B]第2の実施形態における放射線撮影システム10の動作を示すフロー

チャートである。

[図8A]第2の実施形態の変形例におけるエネルギーサブトラクション法に基づく合成画像 ($M_i \times X Y$) を生成するための処理のタイミングチャートを示す。

[図8B]第2の実施形態の変形例における放射線撮影システム10の動作を示すフローチャートである。

[図9A]第3の実施形態におけるエネルギーサブトラクション法に基づく合成画像 ($M_i \times X Y$) を生成するための処理のタイミングチャートを示す。

[図9B]第3の実施形態における放射線撮影システム10の動作を示すフローチャートである。

[図10A]第3の実施形態の変形例におけるエネルギーサブトラクション法に基づく合成画像 ($M_i \times X Y$) を生成するための処理のタイミングチャートを示す。

[図10B]第3の実施形態の変形例における放射線撮影システム10の動作を示すフローチャートである。

[図11A]ユーザーが2種類の識別対象の物質を選択する際の画面表示例である。

[図11B]ユーザーが2種類の識別対象の物質を選択する際の画面表示例である。

[図11C]ユーザーが2種類の識別対象の物質を選択する際の画面表示例である。

[図11D]ユーザーが2種類の識別対象の物質を選択する際の画面表示例である。

[図11E]ユーザーが2種類の識別対象の物質を選択する際の画面表示例である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、添付の図面を参照して、本発明をその実施形態の一例に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態において示す構成は一例に過ぎず、本

発明は図示された構成に限定されるものではない。

[0014] まず、図1を参照して、エネルギーサブトラクション法で撮影を行うことによって物質を識別する手順について説明する。

[0015] 図1は、エネルギーサブトラクション法による物質識別手順の概念を示す図である。まず、エネルギーサブトラクション法で撮影を行うことによって、高い方のエネルギーの放射線撮影により得られた放射線画像（高エネルギーの放射線画像（H））と、低い方のエネルギーの放射線撮影により得られた放射線画像（低エネルギーの放射線画像（L））を取得する。続いて、高エネルギーの放射線画像（H）と低エネルギーの放射線画像（L）から2つの方程式を立て、ニュートンラフソン法、二分法を用いて解を求めることによって、実効原子番号（Z）と面密度（D）を求めることができる。更に、得られた実効原子番号（Z）の情報を色相分布画像とし、綿密度（D）の情報を明度分布画像として、両者を重畳してマッピングすることにより、物質を識別することが可能な画像（以下、合成画像）を生成することができる。

[0016] 次に、図2を参照して、物質Xと物質Yを特定するための、サブトラクション画像の取得方法について説明する。図2は、物質Xと物質Yそれぞれのサブトラクション画像をエネルギーサブトラクション法によって生成する際のタイミングチャートの例である。図2には、照射される放射線の擬似的な波形（放射線201）、放射線撮影時に蓄積された電荷をリセットするタイミング（Reset202）、蓄積された電荷の量に比例した画素値を有する画像を読み出す期間（読み出し203）が、時間軸とともに示されている。

[0017] 低エネルギーの放射線 X_L と高エネルギーの放射線 X_H はそれぞれ、物質Xを識別するために設定された低エネルギーの放射線と高エネルギーの放射線である。また、低エネルギーの放射線 Y_L と高エネルギーの放射線 Y_H はそれぞれ、物質Yを識別するために設定された低エネルギーの放射線と高エネルギーの放射線である。

[0018] 最初のリセットのタイミングの後、放射線 X_L の照射により、低エネルギー

の放射線画像 2 1 1 が撮影サイクルタイム T_{cyc1} 内で読み出される。そして、次のリセットのタイミングの後、放射線 X_H の照射により、高エネルギーの放射線画像 2 1 2 が撮影サイクルタイム T_{cyc2} 内で読み出される。このように得られた 2 枚の画像に対して、差分処理（エネルギーサブトラクション処理）を実施することで、サブトラクション画像（ $SubX221$ ）が生成される。

[0019] 続いて、物質 Y を識別するために、放射線 X_L と放射線 X_H とは異なる、放射線 Y_L と放射線 Y_H の照射により、低エネルギーの放射線画像 2 1 3 と高エネルギーの放射線画像 2 1 4 を得る。そして、サブトラクション画像（ $SubX221$ ）取得時と同様の処理を行うことにより、サブトラクション画像（ $SubY222$ ）が生成される。

[0020] このようにして得られた 2 枚のサブトラクション画像（ $SubX221$ と $SubY222$ ）は、それぞれ物質 X と物質 Y を明瞭化した画像である。次に、サブトラクション画像（ $SubX221$ ）に対して物質 X 以外の表示を消去するための画像処理を行う。同様に、サブトラクション画像（ $SubY222$ ）に対して物質 Y 以外の表示を消去するための画像処理を行う。そして、それぞれ消去処理後の 2 枚のサブトラクション画像のそれぞれに対して、異なる色相や明度を施した上で重畳して合成画像（ $MixXY231$ ）を生成する。合成画像（ $MixXY231$ ）を表示手段に表示することにより、物質 X と物質 Y を明瞭に識別した画像の表示が実現される。

[0021] [第 1 の実施形態]

（放射線撮影システム 10 の構成）

図 3 に第 1 の実施形態における放射線撮影システム 10 の全体図を示す。放射線撮影システム 10 は、放射線発生装置 101、放射線制御装置 102、情報処理装置 103、放射線撮影装置（センサ）104 から構成される。放射線撮影システム 10 では、放射線発生装置 101 が、第 1 の物質を識別するための第 1 の低エネルギーの放射線と第 1 の高エネルギーの放射線と、第 2 の物質を識別するための第 2 の低エネルギーの放射線と第 2 の高エネルギーの放射線とを照射する。

ギーの放射線とを連続的に照射し、情報処理装置 103 が、第 1 の物質を識別するための第 1 の低エネルギーの放射線と第 1 の高エネルギーの放射線と、第 2 の物質を識別するための第 2 の低エネルギーの放射線と第 2 の高エネルギーの放射線の少なくともいずれかに基づいて、第 1 の物質を識別するための第 1 の画像と第 2 の物質を識別するための第 2 の画像を生成する。

[0022] 放射線撮影システム 10 の構成をより詳細に説明する。放射線発生装置 101 は、放射線制御装置 102 による制御により、放射線を発生して照射する。放射線制御装置 102 は、放射線発生装置 101 から照射される放射線の線量・線質（エネルギー）や照射タイミングを制御する。情報処理装置 103 は、放射線制御装置 102 に対して各種タイミングを制御する。また、情報処理装置 103 は、放射線撮影装置 104 により生成された放射線画像を取得し、取得した放射線画像に対して画像処理を施す。放射線撮影装置 104 は、放射線発生装置 101 から照射された放射線を受けて、放射線強度分布情報としての放射線画像を生成し、情報処理装置 103 に出力する。

[0023] （情報処理装置 103 の構成）

図 4 A に、情報処理装置 103 の機能構成を示し、図 4 B に、情報処理装置 103 のハードウェア構成を示す。まず、情報処理装置 103 の機能構成について説明する。図 4 A に示すように、情報処理装置 103 は、機能構成として、画像取得部 401、画像処理部 402、表示制御部 403、タイミング設定部 404、放射線設定部 405、物質設定部 406 から構成される。画像取得部 401 は、放射線撮影装置 104 により生成された放射線画像を取得する。画像処理部 402 は、画像取得部 401 により取得された放射線画像に対して、後述する種々の画像処理を施す。表示制御部 403 は、表示部 415（図 4 B）に対する各種表示を行う。タイミング設定部 404 は、放射線撮影装置 104 に対して、各種タイミングの設定を行う。放射線設定部 405 は、放射線発生装置 101 に対して、放射線発生装置 101 が照射する放射線のエネルギーのレベル等の設定を行う。物質設定部 406 は、識別対象の物質を設定する。なお、タイミング設定部 404、放射線設定部

４０５、物質設定部４０６の各種設定は、ユーザーによる操作部４１４（図４Ｂ）に対する操作に応じて為され得る。

[0024] 続いて、情報処理装置１０３のハードウェア構成について説明する。図４Ｂに示すように、情報処理装置１０３は、ハードウェア構成として、制御部４１１、記憶部４１２、通信部４１３、操作部４１４、表示部４１５から構成される。制御部４１１は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）であり、各構成要素の動作を制御する。記憶部４１２は、ＲＯＭ（Read Only Memory）やＲＡＭ（Random Access Memory）で構成される。記憶部４１２は、制御命令つまりプログラムを格納し得る。記憶部４１２はまた、プログラムを実行する際のワークメモリやデータの一時保存などに利用され得る。通信部４１３は、外部の装置と通信するための制御を行う。操作部４１４は、ユーザーによる操作を受け付ける。表示部４１５は、各種表示を行う。表示部４１５は、一例として、画像データを表示する表示パネルで構成される。表示パネルは、ＬＣＤ（Liquid Crystal Display）やプラズマ、有機ＥＬ等の方式で構成されてもよい。また、操作部４１４と表示部４１５とでＧＵＩ（グラフィックユーザーインターフェース）が形成されてもよい。

[0025] （放射線撮影装置１０４の構成）

図５に、放射線撮影装置１０４の構成例を示す。放射線撮影装置１０４は、照射された放射線を検知して放射線画像を生成する放射線画像生成手段として機能し、放射線信号取得部５０１、リセット部５０２、サンプルホールド部５０３、および読み出し部５０４から構成される。放射線信号取得部５０１は、放射線発生装置１０１から照射された放射線を、その量に比例した電荷に変換して蓄積する。リセット部５０２は、放射線信号取得部５０１で蓄積された電荷をリセットする。サンプルホールド部５０３は、放射線信号取得部５０１の電荷を取得して蓄積する。なお、リセット部５０２が電荷をリセットするタイミングとサンプルホールド部５０３が電荷を取得するタイミングは、情報処理装置１０３により制御される。これらのタイミングは、放射線発生装置１０１やユーザーにより直接的に制御されるように構成され

てもよい。読み出し部504は、サンプルホールド部503で蓄積された電荷を読み出し、読み出した放射線強度分布情報を、放射線画像として取得する。放射線撮影装置104は、読み出し部504により取得された複数の放射線画像を蓄積可能とする。

[0026] (第1の実施形態における動作)

図2を用いて上記に説明したように、異なる物質Xと物質Yを識別するためにエネルギーサブトラクション法による撮影を実施する場合、それぞれの物質を識別するために設定された低エネルギーの放射線 X_L 、 Y_L 、と高エネルギーの放射線 X_H 、 Y_H を用いて撮影を行うことが一般的である。本実施形態では、2種類の物質を識別する場合に4種類の放射線 X_L 、 X_H 、 Y_L 、 Y_H を用いた撮影を効率的に行う手法を説明する。

[0027] 本実施形態における動作を、図6Aと図6Bを用いて説明する。図6Aは、第1の実施形態におけるエネルギーサブトラクション法に基づく合成画像($M_i \times XY$)を生成するための処理のタイミングチャートを示す。図6Bは、図6Aに示すタイミングチャートに対応する放射線撮影システム10の動作を示すフローチャートである。

[0028] 図6Aには、放射線発生装置101により照射される放射線の擬似的な波形(放射線601)、リセット部502の動作タイミング(Reset602)、サンプルホールド部503の取得タイミング(SHold603)、読み出し部504による画像読み出し期間(読み出し604)が、時間軸とともに示されている。

[0029] 本実施形態において、放射線発生装置101は、1回の撮影サイクルタイムにおいて、放射線の線量・線質(エネルギー)を変化させて連続的に照射を行う。具体的には、放射線発生装置101は、所定の撮影サイクルタイムにおいて、第1の物質(物質X)を識別するための第1の低エネルギーの放射線(放射線 X_L)と第1の高エネルギーの放射線(放射線 X_H)とを連続的に照射し、当該所定の撮影サイクルタイムの次の撮影サイクルタイムにおいて、第2の物質(物質Y)を識別するための第2の低エネルギーの放射線(

放射線 Y_L)と第2の高エネルギーの放射線(放射線 Y_H)とを連続的に照射する。続いて、放射線撮影装置104は、当該所定の撮影サイクルタイムにおいて、当該第1の低エネルギーの放射線と当該第1の高エネルギーの放射線に基づいて第1の放射線画像と第2の放射線画像を生成し、当該次の撮影サイクルタイムにおいて、当該第2の低エネルギーの放射線と当該第2の高エネルギーの放射線に基づいて第3の放射線画像と第4の放射線画像を生成する。続いて、情報処理装置103は、当該第1の放射線画像と当該第2の放射線画像に基づいて当該第1の物質を識別するための第1の画像(Sub X)を生成し、当該第3の放射線画像と第4の放射線画像に基づいて当該第2の物質を識別するための第2の画像(Sub Y)を生成する。つまり、情報処理装置103は、当該第1の放射線画像と当該第2の放射線画像に基づいて第1のサブトラクション画像(Sub X)を生成し、当該第3の放射線画像と第4の放射線画像に基づいて第2のサブトラクション画像(Sub Y)を生成する。なお、当該第1の画像と当該第2の画像は、放射線撮影装置104により生成されてもよい。

[0030] まず、放射線撮影装置104のリセット部502は、放射線信号取得部501で蓄積された電荷をリセットし、初期化する(S61)。続く撮影サイクルタイムT_{cy}c1では、放射線発生装置101は、放射線 X_L と放射線 X_H を連続的に照射する(S62)。放射線撮影装置104の放射線信号取得部501は、照射された放射線をその量に比例した電荷に変換して蓄積する。放射線撮影装置104のサンプルホールド部503は、放射線信号取得部501で蓄積された、放射線 X_L 、 X_H による電荷を、それぞれ異なるタイミングで取得して蓄積する。読み出し部504は、サンプルホールド部503で蓄積された電荷を読み出し、読み出した放射線強度分布情報を、放射線画像として取得して保存する(S63)。

[0031] ここで保存される放射線画像は、放射線画像611(Image(X_L))と放射線画像612(Image($X_L + X_H$))である。放射線画像611(Image(X_L))は、リセット部502によるリセットのタイミングか

ら放射線 X_L の照射完了（撮影サイクルタイム T_{cyc1} における1番目の $SHold603$ のタイミング）までの期間に蓄積された電荷に対応する画像である。放射線画像612（ $Image(X_L + X_H)$ ）は、リセット部502によるリセットのタイミングから放射線 X_H の照射完了（2番目の $SHold603$ のタイミング）までの期間に蓄積された電荷に対応する画像である。

[0032] 情報処理装置103は、放射線撮影装置104に保存されている放射線画像611（ $Image(X_L)$ ）と放射線画像612（ $Image(X_L + X_H)$ ）を取得し、エネルギーサブトラクション処理を実施して、サブトラクション画像を生成する。具体的には、情報処理装置103の画像処理部402は、放射線画像611（ $Image(X_L)$ ）と放射線画像612（ $Image(X_L + X_H)$ ）の差分を取ることで、放射線画像（ $Image(X_H)$ ）を生成する。続いて、画像処理部402は、放射線画像611（ $Image(X_L)$ ）と放射線画像（ $Image(X_H)$ ）との差分を取ることで、サブトラクション画像621（ $SubX$ ）を生成する（S64）。なお、画像処理部402は、サブトラクション画像を生成するために、必要に応じてフィルター処理を実施しても良い。

[0033] 次の撮影サイクルタイム T_{cyc2} では、放射線発生装置101は、放射線 Y_L と放射線 Y_H を連続的に照射する。続いて、放射線撮影装置104は、放射線画像613（ $Image(Y_L)$ ）と放射線画像614（ $Image(Y_L + Y_H)$ ）を生成し、情報処理装置103の画像処理部402は、撮影サイクルタイム T_{cyc1} における処理と同様の処理を実施し、放射線画像（ $Image(Y_L)$ ）と放射線画像（ $Image(Y_H)$ ）との差分を取ることで、サブトラクション画像622（ $SubY$ ）を生成する（S65）。

[0034] 情報処理装置103の画像処理部402は更に、サブトラクション画像621（ $SubX$ ）とサブトラクション画像622（ $SubY$ ）を合成して合成画像（ $MixXY$ ）を生成する（S66）。具体的には、画像処理部402は、サブトラクション画像621（ $SubX$ ）とサブトラクション画像6

22 (Sub Y) のそれぞれに対して、物質 X と物質 Y 以外の表示を消去するための画像処理後に、異なる色相や明度を施した上で重畳して合成画像 631 (Mix XY) を生成する。なお、画像処理部 402 は、サブトラクション画像 621 (Sub X) とサブトラクション画像 622 (Sub Y) を並列に表示されるように合成してもよい。表示制御部 403 は、画像処理部 402 により生成された合成画像 631 (Mix XY) を表示部 415 に表示する (S67)。

[0035] 撮影サイクルタイム T_{cyc}3 以降では、撮影サイクルタイム T_{cyc}1 と T_{cyc}2 における処理と同様の処理が繰り返される。これにより、奇数回目の撮影サイクルタイムでは物質 X に対するサブトラクション画像 (Sub X)、偶数回目の撮影サイクルタイムでは物質 Y に対するサブトラクション画像 (Sub Y) が生成される、そして、これらの画像をマージ (重畳) した合成画像 (Mix XY) が更新されながら、表示制御部 403 により表示部 415 に表示される。

[0036] ここで、読み出し時間 605 と 606 のそれぞれが、撮影サイクルタイム T_{cyc}1 や T_{cyc}2 の期間に対して十分に短ければ、より高いフレームレートで、物質 X と物質 Y に対するサブトラクション画像および合成画像の生成および表示が可能となる。すなわち、従来では、図 2 のように 4 回の撮影サイクルタイムの期間で 1 枚の合成画像 (Mix XY) が生成されるのに対して、本実施形態では、2 回の撮影サイクルタイムの期間で 1 枚の合成画像 631 (Mix XY) が生成できる。ユーザーは、表示部 415 に表示される合成画像 631 (Mix XY) から、所望の物質を明瞭に区別しながら、高フレームレートでの表示が要求されるカテーテル挿入などの手技を容易に実施することが可能となる。

[0037] [第 2 の実施形態]

第 2 の実施形態では、2 種類の物質を識別する場合に、異なる線量・線質 (エネルギー) を有する 4 種類の放射線 X_L、X_H、Y_L、Y_H を用いた撮影を効率的に行う、第 1 の実施形態と異なる手法について説明する。なお、放射

線撮影システム 10 の構成は、第 1 の実施形態と同様である。

[0038] (第 2 の実施形態における動作)

本実施形態における動作を、図 7 A と図 7 B を用いて説明する。図 7 A は、第 2 の実施形態におけるエネルギーサブトラクション法に基づく合成画像 ($M \times X Y$) を生成するための処理のタイミングチャートを示す。図 7 B は、図 7 A に示すタイミングチャートに対応する放射線撮影システム 10 の動作を示すフローチャートである。

[0039] 図 7 A には、放射線発生装置 101 により照射される放射線の擬似的な波形 (放射線 701)、リセット部 502 の動作タイミング (Reset 702)、サンプルホールド部 503 の取得タイミング (SHold 703)、読み出し部 504 による画像読み出し期間 (読み出し 704) が、時間軸とともに示されている。

[0040] 本実施形態において、放射線発生装置 101 は、1 回の放射線照射中に、放射線の線量・線質 (エネルギー) を多段階変化させて連続的に照射を行う。具体的には、放射線発生装置 101 は、所定の撮影サイクルタイムにおいて、第 1 の物質 (物質 X) を識別するための第 1 の低エネルギーの放射線 (放射線 X_L) と第 1 の高エネルギーの放射線 (放射線 X_H) と、第 2 の物質 (物質 Y) を識別するための第 2 の低エネルギーの放射線 (放射線 Y_L) と第 2 の高エネルギーの放射線 (放射線 Y_H) とを連続的に照射する。続いて、放射線撮影装置 104 は、当該所定の撮影サイクルタイムにおいて、当該第 1 の低エネルギーの放射線と当該第 1 の高エネルギーの放射線と当該第 2 の低エネルギーの放射線と当該第 2 の高エネルギーの放射線の少なくともいずれかに基づいて、第 1 の放射線画像と第 2 の放射線画像と第 3 の放射線画像と第 4 の放射線画像を生成する。続いて、情報処理装置 103 は、当該第 1 の放射線画像と当該第 2 の放射線画像と当該第 3 の放射線画像と当該第 4 の放射線画像の少なくともいずれかに基づいて、当該第 1 の物質を識別するための第 1 の画像 (Sub X) と当該第 2 の物質を識別するための第 2 の画像 (Sub Y) を生成する。つまり、情報処理装置 103 は、当該第 1 の放射線

画像と当該第2の放射線画像に基づいて第1のサブトラクション画像 (Sub X) を生成し、当該第3の放射線画像と第4の放射線画像に基づいて第2のサブトラクション画像 (Sub Y) を生成する。なお、当該第1の画像と当該第2の画像は、放射線撮影装置104により生成されてもよい。

[0041] まず、放射線撮影装置104のリセット部502は、放射線信号取得部501で蓄積された電荷をリセットし、初期化する (S71)。続く撮影サイクルタイムT_{cy}c1では、放射線発生装置101は、放射線X_L、X_H、Y_L、Y_Hを連続的に照射する (S72)。放射線撮影装置104の放射線信号取得部501は、照射された放射線をその量に比例した電荷に変換して蓄積する。放射線撮影装置104のサンプルホールド部503は、放射線信号取得部501で蓄積された、放射線X_L、X_H、Y_L、Y_Hによる電荷を、それぞれ異なるタイミングで取得して蓄積する。読み出し部504は、サンプルホールド部503で蓄積された電荷を読み出し、読み出した放射線強度分布情報を、放射線画像として取得して保存する (S73)。

[0042] ここで保存される放射線画像は、放射線画像711 (Image (X_L))、放射線画像712 (Image (X_L+X_H))、放射線画像713 (Image (X_L+X_H+Y_L))、および放射線画像714 (Image (X_L+X_H+Y_L+Y_H))である。放射線画像711 (Image (X_L))は、リセット部502によるリセットのタイミングから放射線X_Lの照射完了 (撮影サイクルタイムT_{cy}c1における1番目のSHold703のタイミング) までの期間に蓄積された電荷に対応する画像である。放射線画像712 (Image (X_L+X_H))は、リセット部502によるリセットのタイミングから放射線X_Hの照射完了 (2番目のSHold703のタイミング) までの期間に蓄積された電荷に対応する画像である。放射線画像713 (Image (X_L+X_H+Y_L))は、リセット部502によるリセットのタイミングから放射線Y_Lの照射完了 (3番目のSHold703のタイミング) までの期間に蓄積された電荷に対応する画像である。放射線画像714 (Image (X_L+X_H+Y_L+Y_H))は、リセット部502によるリセットのタイミ

ングから放射線 Y_H の照射完了（４番目のShould 703のタイミング）までの期間に蓄積された電荷に対応する画像である。

[0043] 情報処理装置103は、放射線撮影装置104に保存されている放射線画像711～714を取得し、エネルギーサブトラクション処理を実施して、サブトラクション画像を生成する。具体的には、情報処理装置103の画像処理部402は、放射線画像711（Image（ X_L ））と放射線画像712（Image（ $X_L + X_H$ ））との差分を取ることで、放射線画像（Image（ X_H ））を生成する。続いて、画像処理部402は、放射線画像711（Image（ X_L ））と放射線画像（Image（ X_H ））との差分を取ることで、サブトラクション画像721（Sub X）を生成する（S74）。次に、画像処理部402は、放射線画像713（Image（ $X_L + X_H + Y_L$ ））と放射線画像712（Image（ $X_L + X_H$ ））の差分を取ることで放射線画像（Image（ Y_L ））を生成する。画像処理部402はまた、放射線画像713（Image（ $X_L + X_H + Y_L$ ））と放射線画像714（Image（ $X_L + X_H + Y_L + Y_H$ ））の差分を取ることで、放射線画像（Image（ Y_H ））を生成する。続いて、画像処理部402は、放射線画像（Image（ Y_L ））と放射線画像（Image（ Y_H ））との差分を取ることで、サブトラクション画像722（Sub Y）を生成する（S75）。なお、画像処理部402は、サブトラクション画像721（Sub X）とサブトラクション画像722（Sub Y）を生成するために、必要に応じてフィルター処理を実施しても良い。

[0044] なお、情報処理装置103は、放射線撮影装置104から放射線画像711～714を全て取得する前にエネルギーサブトラクション処理を開始することも可能である。例えば、情報処理装置103の画像処理部402は、放射線画像711（Image（ X_L ））と放射線画像712（Image（ $X_L + X_H$ ））を取得してエネルギーサブトラクション処理を行うのと並行に、放射線画像713（Image（ $X_L + X_H + Y_L$ ））と放射線画像714（Image（ $X_L + X_H + Y_L + Y_H$ ））を取得しても良い。

[0045] 続いて、情報処理装置103の画像処理部402は、サブトラクション画像721 (Sub X) とサブトラクション画像722 (Sub Y) を合成して合成画像 (Mix XY) を生成する (S76)。具体的には、画像処理部402は、サブトラクション画像721 (Sub X) とサブトラクション画像722 (Sub Y) のそれぞれに対して、物質Xと物質Y以外の表示を消去するための画像処理後に、異なる色相や明度を施した上で重畳して合成画像731 (Mix XY) を生成する (S76)。なお、画像処理部402は、サブトラクション画像621 (Sub X) とサブトラクション画像622 (Sub Y) を並列に表示されるように合成してもよい。表示制御部403は、画像処理部402により生成された合成画像731 (Mix XY) を表示部415に表示する (S77)。

[0046] 撮影サイクルタイムT_{cyc}2以降では、撮影サイクルタイムT_{cyc}1における処理と同様の処理が繰り返される。ここで、読み出し時間705～708のそれぞれが、撮影サイクルタイムT_{cyc}1に対して十分に短ければ、より高いフレームレートで、物質Xと物質Yに対するサブトラクション画像および合成画像の生成および表示が可能となる。すなわち、従来では、図2のように4回の撮影サイクルタイムの期間で1枚の合成画像 (Mix XY) が生成されるのに対して、本実施形態では、1回の撮影サイクルタイムの期間で1枚の合成画像 (Mix XY) が生成できる。

[0047] [第2の実施形態の変形例]

第2の実施形態では、物質Xと物質Yを識別するために、放射線発生装置101は、異なる線量・線質（エネルギー）を有する4種類の放射線X_L、X_H、Y_L、Y_Hを、この順で連続的に照射する例を説明した。しかしながら実際には、照射エネルギーの上下動が激しいため、放射線制御装置102における制御負荷が重くなってしまう。そこで、第2の実施形態の変形例として、放射線発生装置101が、上下動を抑えたエネルギー分布を有する放射線を照射する例を、図8Aと図8Bを用いて説明する。

[0048] 図8Aは、本変形例におけるエネルギーサブトラクション法に基づく合成

画像 ($M \times X \times Y$) を生成するための処理のタイミングチャートを示す。図 8 B は、図 8 A に示すタイミングチャートに対応する放射線撮影システム 10 の動作を示すフローチャートである。

- [0049] 図 8 A には、放射線発生装置 101 により照射される放射線の擬似的な波形 (放射線 801)、リセット部 502 の動作タイミング (Reset 802)、サンプルホールド部 503 の取得タイミング (SHold 803)、読み出し部 504 による画像読み出し期間 (読み出し 804) が、時間軸とともに示されている。
- [0050] 本変形例では、第 1 の物質を識別するための第 1 の低エネルギーの放射線と第 1 の高エネルギーの放射線と、第 2 の物質を識別するための第 2 の低エネルギーの放射線と第 2 の高エネルギーの放射線を、エネルギーのレベルが昇順に並ぶように照射する。すなわち、放射線発生装置 101 は、放射線の管電圧の値 $[kV]$ が右肩辺りの値となるように、放射線 Y_L 、 X_L 、 X_H 、 Y_H の順で連続的に照射する。これにより、読み出し部 504 が読み出す放射線画像は、上述の第 2 の実施形態と異なるものとなる。すなわち、リセット部 502 による初期化後 (S81)、読み出し部 504 は、放射線画像 811 ($Image(Y_L)$)、放射線画像 812 ($Image(Y_L + X_L)$)、放射線画像 813 ($Image(Y_L + X_L + X_H)$)、および放射線画像 814 ($Image(Y_L + X_L + X_H + Y_H)$) の順で読み出して保存する (S82、S83)。
- [0051] 情報処理装置 103 は、放射線撮影装置 104 に保存されている放射線画像 811 ~ 814 を取得し、エネルギーサブトラクション処理を実施して、サブトラクション画像を生成する。具体的には、情報処理装置 103 の画像処理部 402 は、放射線画像 812 ($Image(Y_L + X_L)$) と放射線画像 811 ($Image(Y_L)$) との差分を取ることで、放射線画像 ($Image(X_L)$) を生成する。また、画像処理部 402 は、放射線画像 813 ($Image(Y_L + X_L + X_H)$) と放射線画像 812 ($Image(Y_L + X_L)$) の差分を取ることで、画像 ($Image(X_H)$) を生成する。

。続いて、画像処理部402は、放射線画像 ($\text{Image}(X_L)$) と放射線画像 ($\text{Image}(X_H)$) との差分を取ることで、サブトラクション画像821 ($\text{Sub}X$) を生成する (S84)。次に、画像処理部402は、放射線画像814 ($\text{Image}(Y_L + X_L + X_H + Y_H)$) と放射線画像813 ($\text{Image}(Y_L + X_L + X_H)$) との差分を取ることで、放射線画像 ($\text{Image}(Y_H)$) を生成する。続いて、画像処理部402は、放射線画像 ($\text{Image}(Y_H)$) と放射線画像811 ($\text{Image}(Y_L)$) との差分を取ることで、サブトラクション画像822 ($\text{Sub}Y$) を生成する (S85)。以降の処理 (S86とS87) は、第2の実施形態において説明した図7BのS76とS77の処理と同様である。

[0052] このように、本変形例では、第2の実施形態において述べた効果に加えて、放射線発生装置101が上下動を抑えて連続的に線量・線質（エネルギー）を変えて放射線を照射することにより、放射線制御装置102における制御負荷を抑えることが可能となる。

[0053] [第3の実施形態]

第3の実施形態では、2種類の物質を識別する場合に、異なる線量・線質（エネルギー）を有する3種類の放射線を用いた撮影を効率的に行う手法について説明する。なお、放射線撮影システム10の構成は、第1の実施形態と同様である。本実施形態では、第1の物質（物質X）を識別するための第1の低エネルギーの放射線（放射線 X_L ）と第2の物質（物質Y）を識別するための第2の低エネルギーの放射線（放射線 Y_L ）のエネルギーの差が所定の閾値以内である場合に、放射線発生装置101は、当該2つの放射線を共通化させた共通の低エネルギーの放射線（放射線 XY_L ）を照射する。同様に、第1の物質を識別するための第1の高エネルギーの放射線（放射線 X_H ）と第2の物質を識別するための第2の高エネルギーの放射線（放射線 Y_H ）のエネルギーの差が所定の閾値以内である場合に、放射線発生装置101は、当該2つの放射線を共通化させた共通の高エネルギーの放射線（放射線 XY_H ）を照射する。

[0054] (第3の実施形態における動作)

本実施形態における動作を、図9Aと図9Bを用いて説明する。図9Aは、第3の実施形態におけるエネルギーサブトラクション法に基づく合成画像(MixXY)を生成するための処理のタイミングチャートを示す。図9Bは、図9Aに示すタイミングチャートに対応する放射線撮影システム10の動作を示すフローチャートである。

[0055] 図9Aには、放射線発生装置101により照射される放射線の擬似的な波形(放射線901)、リセット部502の動作タイミング(Reset902)、サンプルホールド部503の取得タイミング(SHold903)、読み出し部504による画像読み出し期間(読み出し904)が、時間軸とともに示されている。

[0056] 本実施形態では、第2の実施形態の変形例と同様に、放射線 Y_L 、 X_L 、 X_H 、 Y_L の順にエネルギーが高くなるものとし、放射線発生装置101は、1回の放射線照射中に、放射線のエネルギーを、段階的に変化させる。ここでは、物質Xと物質Yを識別するために設定されたそれぞれの高エネルギーの放射線のレベルの差が所定の閾値以内である場合に、当該2つの放射線を、共通の高エネルギーの放射線(放射線 XY_H)として共通化させる例を説明する。なお、共通化とは、共通化する対象の2つの放射線のエネルギーの一方に合わせることや、平均化したエネルギーを使用することを含む。また、共通化するか否かの判定は、第4の実施形態において後述するように、ユーザーの操作に基づいて行われ得るが、これに限定されない。

[0057] まず、放射線撮影装置104のリセット部502は、放射線信号取得部501で蓄積された電荷をリセットし、初期化する(S91)。続く撮影サイクルタイムT_{cycle}では、放射線発生装置101は、放射線 Y_L 、 X_L 、 XY_H を連続的に照射する(S92)。放射線撮影装置104の放射線信号取得部501は、照射された放射線をその量に比例した電荷に変換して蓄積する。放射線撮影装置104のサンプルホールド部503は、放射線信号取得部501で蓄積された、放射線 X_L 、 Y_L 、 XY_H による電荷を、それぞれ異なるタ

イメージで取得して蓄積する。読み出し部504は、サンプルホールド部503で蓄積された電荷を読み出し、読み出した放射線強度分布情報を、放射線画像として取得して保存する(S93)。ここで保存される放射線画像は、放射線画像911 (Image (Y_L))、放射線画像912 (Image ($Y_L + X_L$))、放射線画像913 (Image ($Y_L + X_L + XY_H$)))である。

[0058] 放射線画像911 (Image (Y_L)))は、リセット部502によるリセットのタイミングから放射線 Y_L の照射完了(撮影サイクルタイムT_{cyc}における1番目のSHold903のタイミング)までの期間に蓄積された電荷に対応する画像である。放射線画像912 (Image ($Y_L + X_L$)))は、リセット部502によるリセットのタイミングから放射線 X_L の照射完了(SHold903の2番目のタイミング)までの期間に蓄積された電荷に対応する画像である。放射線画像913 (Image ($Y_L + X_L + XY_H$)))は、リセット部502によるリセットのタイミングから放射線 XY_L の照射完了(SHold903の3番目のタイミング)までの期間に蓄積された電荷に対応する画像である。

[0059] 情報処理装置103は、放射線撮影装置104に保存されている放射線画像911~913を取得し、エネルギーサブトラクション処理を実施して、サブトラクション画像を生成する。具体的には、情報処理装置103の画像処理部402は、放射線画像911 (Image (Y_L)))と放射線画像912 (Image ($Y_L + X_L$)))との差分を取ることで放射線画像(Image (X_L)))を生成する。また、画像処理部402は、放射線画像912 (Image ($Y_L + X_L$)))と放射線画像913 (Image ($Y_L + X_L + XY_H$)))との差分を取ることで、放射線画像(Image (XY_H)))を生成する。続いて、画像処理部402は、放射線画像(Image (X_L)))と放射線画像(Image (XY_H)))との差分を取ることで、サブトラクション画像922 (SubX)を生成する(S94)。次に、画像処理部402は、放射線画像912 (Image ($Y_L + X_L$)))と放射線画

像 9 1 3 ($\text{Image}(X_L + Y_L + XY_H)$) の差分を取ることで、画像 ($\text{Image}(XY_H)$) を生成する。なお画像 ($\text{Image}(XY_H)$) は、先に取得した画像 ($\text{Image}(XY_H)$) を援用してもよい。続いて、画像処理部 4 0 2 は、放射線画像 ($\text{Image}(XY_H)$) と放射線画像 9 1 1 ($\text{Image}(Y_L)$) の差分を取ることで、サブトラクション画像 9 2 2 (SubY) を生成する (S 9 5) 。以降の処理 (S 9 6 と S 9 7) は、第 1 の実施形態において説明した図 6 B の S 6 6 と S 6 7 の処理と同様である。

[0060] このように、本実施形態によれば、異なる物質を識別するための低エネルギーまたは高エネルギーの放射線を共通化することにより、放射線撮影装置 1 0 4 は、上述の実施形態の効果に加え、サンプルホールドおよび読み出しの回数を削減することが可能となる。なお、物質 X と物質 Y を識別するために設定されたそれぞれの低エネルギーの放射線のレベルの差が所定の閾値以内である場合に、当該 2 つの放射線を、共通の低エネルギーの放射線 (放射線 XY_L) として共通化させる場合についても、本実施形態と同様の処理を適用することが可能である。

[0061] [第 3 の実施形態の変形例]

第 3 の実施形態では、放射線発生装置 1 0 1 は、1 回の撮影サイクルタイム T_{cyc} で 3 種類のエネルギーの放射線を連続的に変化させて照射した。しかしながら実際には、当該 3 種類のエネルギーの差が大きい場合は、放射線発生装置 1 0 1 は、その性能的制限から、1 回の撮影サイクルタイム T_{cyc1} で 3 種類のエネルギーの放射線を連続的に変化させながら照射することは難しい場合がある。そこで、第 3 の実施形態の変形例として、低エネルギーの放射線 X_L 、 Y_L と高エネルギーの放射線 XY_H の差が所定の閾値以上である場合に、低エネルギーの放射線 X_L 、 Y_L と高エネルギーの放射線 XY_H の照射タイミングを分離する例を、図 1 0 A と図 1 0 B を用いて説明する。

[0062] 図 1 0 A は、本変形例におけるエネルギーサブトラクション法に基づく合成画像 ($MixXY$) を生成するための処理のタイミングチャートを示す。

図10Bは、図10Aに示すタイミングチャートに対応する放射線撮影システム10の動作を示すフローチャートである。第2の実施形態において説明した図9と異なる点は、放射線発生装置101が、高エネルギーの放射線 X_{Y_H} を、低エネルギーの放射線 X_L 、 Y_L と異なる撮影サイクルタイムで照射することである。すなわち、図10Aでは、放射線発生装置101は、撮影サイクルタイム T_{cyc1} で低エネルギーの放射線 X_L 、 Y_L を照射し、続く撮影サイクルタイム T_{cyc2} で、高エネルギーの放射線 X_{Y_H} を照射する（S101）。これに応じて、放射線撮影装置104の読み出し部504は、放射線画像1011（ $Image(Y_L)$ ）、放射線画像1012（ $Image(Y_L + X_L)$ ）、放射線画像1013（ $Image(X_{Y_H})$ ）の順で読み出して保存する。

[0063] 情報処理装置103は、放射線撮影装置104に保存されている放射線画像1001～1003を取得し、エネルギーサブトラクション処理を実施して、サブトラクション画像を生成する。具体的には、情報処理装置103の画像処理部402は、放射線画像1012（ $Image(Y_L + X_L)$ ）と放射線画像1011（ $Image(Y_L)$ ）との差分を取ることで、放射線画像（ $Image(X_L)$ ）を生成する。続いて、画像処理部402は、放射線画像（ $Image(X_L)$ ）と放射線画像1013（ $Image(X_{Y_H})$ ）との差分を取ることで、サブトラクション画像1021（ $SubX$ ）を生成する（S102）。次に、画像処理部402は、放射線画像1011（ $Image(Y_L)$ ）と放射線画像1013（ $Image(X_{Y_H})$ ）との差分を取ることで、サブトラクション画像1022（ $SubY$ ）を生成する（S103）。以降の処理（S104と105）は、第1の実施形態において説明した図6BのS66とS67の処理と同様である。

[0064] このように、本変形例によれば、第2の実施形態による手法よりはフレームレートが下がるものの、第3の実施形態において述べた効果に加えて、放射線発生装置の放射線発生に対する負荷を抑えることが可能となる。

[0065] [第4の実施形態]

第4の実施形態では、第1の実施形態から第3の実施形態までに説明した処理を実施する際の情報処理装置103に対するユーザー操作について図11A～図11Eを参照して説明する。図11A～図11Eは、ユーザーが2種類の識別対象の物質を選択する際の情報処理装置103の表示部415の画面表示例である。本実施形態では、表示部415と操作部414によりグラフィックユーザーインターフェース（GUI）が形成され、ユーザー操作は、当該GUIに対して以下に説明する操作を行うものとする。

[0066] 図11Aに、表示部415に表示される、識別対象の2種類の物質を選択する操作のための初期画面1101を示す。初期画面1101には、識別可能な物質（アイテム）の識別アイテムリスト1102（穿刺、ステント、微細血管、骨など）と共に、合成ボタン1103、共通化完了ボタン1104、共通化解除ボタン1105、設定完了ボタン1106が表示されている。なお、識別アイテムリスト1102は、生体の構成要素以外に、金属や樹脂等を含んでもよい。また、合成ボタン1103、共通化完了ボタン1104、共通化解除ボタン1105、設定完了ボタン1106については後述する。初期画面1101には更に、ユーザーの操作に応じて識別アイテムリスト1102に含まれる各物質を識別するために設定された、放射線エネルギーの分布表1107が表示される。図11Aには、縦軸は照射時間（[t]）を示し、横軸は線質（管電圧[kV]）を示す分布表が示されているが、これは一例であり、他の表示形態の放射線エネルギーの分布表であってもよい。

[0067] 初期画面1101上で、ユーザーは操作部414を介して識別したい物質を識別アイテムリスト1102から選択する。ユーザーは、識別アイテムリスト1102から1つのアイテムを選択する際、各アイテムの横に示されるチェックボックスをチェックするように操作部414を操作する。識別したい物質として「カテーテル」を選択後の画面例を図11Bに示す。ユーザーにより「カテーテル」が選択されたことを受けて、図11Bの画面1111には、識別アイテムリスト1102の「カテーテル」のチェックボックスが

チェックされた状態となっている。また、ユーザーにより「カテーテル」が選択されたことを受けて、放射線エネルギーの分布表 1 1 1 2 には、「カテーテル」を識別するために用いられる低エネルギー撮影時の放射線エネルギーと高エネルギー撮影時の放射線エネルギーが棒状に表示される。

[0068] 続けて、ユーザーは「カテーテル」と同時に識別したい物質「微細血管」を、識別アイテムリスト 1 1 0 2 から選択する。識別したい物質として「微細血管」を選択後の画面例を図 1 1 C に示す。ユーザーにより「微細血管」が選択されたことを受けて、図 1 1 C の画面 1 1 2 1 には、識別アイテムリスト 1 1 0 2 の「カテーテル」並びに「微細血管」のチェックボックスがチェックされた状態となっている。また、ユーザーにより「カテーテル」が選択されたことを受けて、放射線エネルギーの分布表 1 1 2 2 には、「微細血管」を識別するために用いられる低エネルギー撮影時の放射線エネルギーと高エネルギー撮影時の放射線エネルギーが、更に棒状に表示される。この状態で、放射線撮影に移行することをユーザーが決定した場合は、ユーザーは設定完了ボタン 1 1 0 6 を選択する。これに応じて、物質設定部 4 0 6 は、識別対象の第 1 の物質と第 2 の物質を設定し、物質設定部 4 0 6 による物質の設定に応じて、情報処理装置 1 0 3 は各種設定を行う。

[0069] 具体的には、例えば、上述した第 1 の実施形態のような撮影・放射線画像生成を行う場合には、放射線設定部 4 0 5 は、放射線発生装置 1 0 1 に対して、所定の撮影サイクルタイムにおいて、第 1 の物質（物質 X）を識別するための第 1 の低エネルギーの放射線（放射線 X_L）と第 1 の高エネルギーの放射線（放射線 X_H）を連続的に照射し、当該所定の撮影サイクルタイムの次の撮影サイクルタイムにおいて、第 2 の物質（物質 Y）を識別するための第 2 の低エネルギーの放射線（放射線 Y_L）と第 2 の高エネルギーの放射線（放射線 Y_H）を連続的に照射するように設定する。また、タイミング設定部 4 0 4 は、放射線撮影装置 1 0 4 に対して、当該第 1 の低エネルギーの放射線と当該第 1 の高エネルギーの放射線に基づく第 1 の放射線画像と第 2 の放射線画像を当該所定の撮影サイクルタイムにおいて生成し、当該 2 の低エネルギー

の放射線と当該第2の高エネルギーの放射線に基づく第3の放射線画像と第4の放射線画像を当該次の撮影サイクルタイムにおいて生成するためのタイミングを設定する。撮影開始後は、画像処理部402は、放射線撮影装置104により生成された当該第1の放射線画像と当該第2の放射線画像に基づいて当該第1の物質を識別するための第1の画像（Sub X）を生成し、当該第3の放射線画像と当該第4の放射線画像に基づいて当該第2の物質を識別するための第2の画像（Sub Y）を生成するように動作する。

[0070] また、上述した第2の実施形態のような撮影・放射線画像生成を行う場合には、放射線設定部405は、放射線発生装置101に対して、所定の撮影サイクルタイムにおいて、第1の物質（物質X）を識別するための第1の低エネルギーの放射線（放射線 X_L ）と第1の高エネルギーの放射線（放射線 X_H ）と、当該第2の物質を識別するための第2の低エネルギーの放射線（ Y_L ）と第2の高エネルギーの放射線（ Y_H ）とを連続的に照射するように設定する。また、タイミング設定部404は、放射線撮影装置104に対して、当該第1の低エネルギーの放射線と当該第1の高エネルギーの放射線と当該第2の低エネルギーの放射線と当該第2の高エネルギーの放射線の少なくともいずれかに基づいて、第1の放射線画像と第2の放射線画像と第3の放射線画像と第4の放射線画像を当該所定の撮影サイクルタイムにおいて生成するためのタイミングを設定する。撮影開始後は、画像処理部402は、放射線撮影装置104により生成された当該第1の放射線画像と当該第2の放射線画像と当該第3の放射線画像と当該第4の放射線画像の少なくともいずれかに基づいて、当該第1の物質を識別するための第1の画像（Sub X）と当該第2の物質を識別するための第2の画像（Sub Y）を生成するように動作する。

[0071] また、上述した第2の実施形態の変形例のような撮影・放射線画像生成を行う場合には、放射線設定部405は、放射線発生装置101に対して、当該第1の低エネルギーの放射線と当該第1の高エネルギーの放射線と当該第2の低エネルギーの放射線と当該第2の高エネルギーの放射線を、エネルギ

一のレベルが昇順に並ぶように照射するように設定する。

[0072] 一方、図 1 1 C における放射線エネルギーの分布表 1 1 2 2 に示したように、「カテーテル」と「微細血管」それぞれの低エネルギー撮影時の放射線エネルギーが近似している場合、ユーザーの操作により、これらの放射線エネルギーを共通化して用いることも可能である（第 3 の実施形態）。ユーザーは、複数の放射線エネルギーを共通化して用いることを決定した場合、合成ボタン 1 1 0 3 を選択する。合成ボタン 1 1 0 3 が選択されたことを受けて、図 1 1 D の画面 1 1 4 1 における放射線エネルギーの分布表 1 1 4 2 には、共通化する放射線エネルギーを選択するためのサークルが表示される。ユーザーは、当該サークルを、共通化する放射線エネルギーを囲む様に配置することで、共通化する放射線エネルギーの指定を行うことができる。

[0073] 共通化の指定が完了すると、ユーザーは共通化完了ボタン 1 1 0 4 を選択し、当該選択を受けて、図 1 1 E の画面 1 1 5 1 における放射線エネルギーの分布表 1 1 5 2 には、共通化した放射線エネルギーが 1 本の線として表示される。一方、当該共通化した放射線エネルギーを解除する場合は、ユーザーは、共通化解除ボタン 1 1 0 5 を選択する。逆に、更に共通化を行いたい場合は、ユーザーは、再度、合成ボタン 1 1 0 3 を選択する。全ての共通化が完了したら、ユーザーは設定完了ボタン 1 1 0 6 を選択する。これに応じて、物質設定部 4 0 6 は、識別対象の第 1 の物質と第 2 の物質と共通化を設定し、物質設定部 4 0 6 による物質および共通化設定に応じて、情報処理装置 1 0 3 は各種設定を行う。

[0074] 具体的には、上述した第 3 の実施形態のような撮影・放射線画像生成を行う場合であって、第 1 の低エネルギーの放射線（放射線 X_L ）と第 2 の低エネルギーの放射線（放射線 Y_L ）とのエネルギーの差が所定の第 1 の閾値以内であることを示す操作（共通化を行うための操作）がユーザーにより為された場合、放射線設定部 4 0 5 は、放射線発生装置 1 0 1 に対して、当該第 1 の低エネルギーの放射線と当該第 2 の低エネルギーの放射線を共通化させた共通の低エネルギーの放射線（放射線 XY_L ）を照射するように設定する。また

、第1の高エネルギーの放射線（放射線 X_H ）と第2の高エネルギーの放射線（放射線 Y_H ）のエネルギーの差が所定の第1の閾値以内であることを示す操作（共通化を行うための操作）がユーザーにより為された場合、放射線設定部405は、放射線発生装置101に対して、当該第1の高エネルギーの放射線と当該第2の高エネルギーの放射線を共通化させた共通の高エネルギーの放射線（放射線 XY_H ）を照射するように設定する。

[0075] また、上述した第3の実施形態の変形例のような撮影・放射線画像生成を行う場合には、放射線設定部405は、図10Aに示すように、エネルギーのレベルを考慮して、照射タイミングを分離するように放射線発生装置101に対して設定する。この場合、タイミング設定部404は、図10Aに示すように、放射線が照射された撮影サイクルタイムにおいて、当該放射線に対応する放射線画像を生成するためのタイミングを、放射線撮影装置104に対して設定する。

[0076] なお、本実施形態では、識別したい物質を指定するためのGUIについて述べたが、GUIの表示方法に関しては、本実施形態に述べた様な手順が可能であれば、図11A～Eの例に限定されない。

[0077] このように、上記に説明した実施形態によれば、単一の放射線照射中に放射線エネルギーを変化させ、放射エネルギーの異なる複数の放射線画像取得を行い、2種類以上の物質を明確に識別したエネルギーサブトラクション動画を作成する際に、少ない照射回数でサブトラクション動画を生成することが出来る。この様な動画は、カテーテル挿入時にカテーテルと血管を明瞭に表示して、挿入操作状況を明瞭に可視化することができる。また、識別したい物質間で同様の放射線エネルギーを用いた撮影が必要な場合は、複数の撮影を共通化することで、照射時間を減らし撮影時の被曝量を削減することが可能となる。

[0078] （その他の実施例）

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又

は装置のコンピュータにおける１つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、１以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

[0079] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

[0080] 本願は、２０１７年１２月２０日提出の日本国特許出願特願２０１７－２４４４１８を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てを、ここに援用する。

請求の範囲

[請求項1] 第1の物質を識別するための第1の低エネルギーの放射線と第1の高エネルギーの放射線と、第2の物質を識別するための第2の低エネルギーの放射線と第2の高エネルギーの放射線とを連続的に照射する放射線発生手段と、

前記第1の低エネルギーの放射線と前記第1の高エネルギーの放射線と前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネルギーの放射線の少なくともいずれかに基づいて、前記第1の物質を識別するための第1の画像と前記第2の物質を識別するための第2の画像を生成する画像処理手段と、

を有することを特徴とする放射線撮影システム。

[請求項2] 前記第1の低エネルギーの放射線と前記第1の高エネルギーの放射線と前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネルギーの放射線の少なくともいずれかに基づいて、第1の放射線画像と第2の放射線画像と第3の放射線画像と第4の放射線画像とを生成する画像生成手段を更に有し、

前記画像処理手段は、前記第1の放射線画像と前記第2の放射線画像に基づいて前記第1の画像を生成し、前記第3の放射線画像と前記第4の放射線画像に基づいて前記第2の画像を生成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3] 前記画像処理手段は、前記第1の画像と前記第2の画像とを合成して合成画像を生成することを特徴とする請求項1または2に記載の放射線撮影システム。

[請求項4] 放射線画像を生成する画像生成手段を更に有し、

前記放射線発生手段は、所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記第1の低エネルギーの放射線、前記第2の高エネルギーの放射線、前記第2の低エネルギーの放射線、前記第2の高エネルギーの放射線とを連続的に照射し、

前記画像生成手段は、前記所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記第1の低エネルギーの放射線と前記第1の高エネルギーの放射線と前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネルギーの放射線の少なくともいずれかに基づいて、第1の放射線画像と第2の放射線画像と第3の放射線画像と第4の放射線画像とを生成し、

前記画像処理手段は、前記第1の放射線画像と前記第2の放射線画像と前記第3の放射線画像と前記第4の放射線画像の少なくともいずれかに基づいて、前記第1の画像と前記第2の画像を生成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5]

放射線画像を生成する画像生成手段を更に有し、

前記放射線発生手段は、所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記第1の低エネルギーの放射線と前記第1の高エネルギーの放射線とを連続的に照射し、前記所定の撮影サイクルタイムの次の撮影サイクルタイムにおいて、前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネルギーの放射線とを連続的に照射し、

前記画像生成手段は、前記所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記第1の低エネルギーの放射線と前記第1の高エネルギーの放射線に基づいて第1の放射線画像と第2の放射線画像を生成し、前記次の撮影サイクルタイムにおいて、前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネルギーの放射線に基づいて第3の放射線画像と第4の放射線画像を生成し、

前記画像処理手段は、前記第1の放射線画像と前記第2の放射線画像に基づいて前記第1の画像を生成し、前記第3の放射線画像と第4の放射線画像に基づいて前記第2の画像を生成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6]

前記放射線発生手段は、前記第1の低エネルギーの放射線と前記第1の高エネルギーの放射線と前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネルギーの放射線を、エネルギーのレベルが昇順に並ぶよ

うに照射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7] 前記第 1 の低エネルギーの放射線と前記第 2 の低エネルギーの放射線のエネルギーの差が所定の第 1 の閾値以内である場合に、前記放射線発生手段は、前記第 1 の低エネルギーの放射線と前記第 2 の低エネルギーの放射線を共通化させた共通の低エネルギーの放射線を照射することを特徴とする請求項 6 に記載の放射線撮影システム。

[請求項8] 前記第 1 の低エネルギーの放射線と前記第 2 の低エネルギーの放射線のエネルギーの差が所定の第 1 の閾値以内か否かはユーザーにより判定されることを特徴とする請求項 7 に記載の放射線撮影システム。

[請求項9] 前記共通の低エネルギーの放射線と、前記第 1 の高エネルギーの放射線または前記第 2 の高エネルギーの放射線とのエネルギーの差が所定の第 2 の閾値以上である場合、前記放射線発生手段は、前記所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記共通の低エネルギーの放射線を照射し、前記所定の撮影サイクルタイムの次の撮影サイクルタイムにおいて、前記第 1 の高エネルギーの放射線と前記第 2 の高エネルギーの放射線を連続的に照射し、

前記画像生成手段は、前記所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記共通の低エネルギーの放射線に基づいて共通の低エネルギーの放射線画像を前記第 1 の画像と前記第 2 の画像として生成し、前記次の撮影サイクルタイムにおいて、前記第 1 の高エネルギーの放射線と前記第 2 の高エネルギーの放射線に基づいて前記第 3 の放射線画像と前記第 4 の放射線画像を生成することを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の放射線撮影システム。

[請求項10] 前記第 1 の高エネルギーの放射線と前記第 2 の高エネルギーの放射線のエネルギーの差が所定の第 1 の閾値以内である場合、前記放射線発生手段は、前記第 1 の高エネルギーの放射線と前記第 2 の高エネルギーの放射線を共通化させた共通の高エネルギーの放射線を照射する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の放射線撮影システム。

[請求項11] 前記第 1 の高エネルギーの放射線と前記第 2 の高エネルギーの放射線のエネルギーの差が所定の第 1 の閾値以内か否かはユーザーにより判定されることを特徴とする請求項 10 に記載の放射線撮影システム。

[請求項12] 前記共通の高エネルギーの放射線と、前記第 1 の低エネルギーの放射線または前記第 2 の低エネルギーの放射線とのエネルギーの差が所定の第 2 の閾値以上である場合、前記放射線発生手段は、前記所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記第 1 の低エネルギーの放射線と前記第 2 の低エネルギーの放射線を連続的に照射し、前記所定の撮影サイクルタイムの次の撮影サイクルタイムにおいて、前記共通の高エネルギーの放射線を照射し、

前記画像生成手段は、前記所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記第 1 の低エネルギーの放射線と前記第 2 の低エネルギーの放射線に基づいて前記第 1 の放射線画像と前記第 2 の放射線画像を生成し、前記次の撮影サイクルタイムにおいて、前記共通の高エネルギーの放射線に基づいて共通の高エネルギーの放射線を前記第 3 の放射線画像と前記第 4 の放射線画像として生成することを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の放射線撮影システム。

[請求項13] 前記画像処理手段により生成された前記第 1 の画像と前記第 2 の画像を重畳して表示手段に表示する表示制御手段を更に有することを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の放射線撮影システム。

[請求項14] 情報処理装置であって、

ユーザーの操作により識別対象の第 1 の物質と第 2 の物質を設定する物質設定手段と、

放射線を照射する放射線発生装置に対して、所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記第 1 の物質を識別するための第 1 の低エネルギー

の放射線と第1の高エネルギーの放射線を連続的に照射し、前記所定の撮影サイクルタイムの次の撮影サイクルタイムにおいて、前記第2の物質を識別するための第2の低エネルギーの放射線と第2の高エネルギーの放射線を連続的に照射するように設定する放射線設定手段と、

前記放射線発生装置から照射された放射線を検知する放射線撮影装置に対して、前記第1の低エネルギーの放射線と前記第1の高エネルギーの放射線に基づく第1の放射線画像と第2の放射線画像を前記所定の撮影サイクルタイムにおいて生成し、前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネルギーの放射線に基づく第3の放射線画像と第4の放射線画像を前記次の撮影サイクルタイムにおいて生成するためのタイミングを設定するタイミング設定手段と、

前記放射線撮影装置により生成された前記第1の放射線画像と前記第2の放射線画像に基づいて前記第1の物質を識別するための第1の画像を生成し、前記第3の放射線画像と前記第4の放射線画像に基づいて前記第2の物質を識別するための第2の画像を生成する画像処理手段と、を有することを特徴とする情報処理装置。

[請求項15]

情報処理装置であって、

ユーザーの操作により識別対象の第1の物質と第2の物質を設定する物質設定手段と、

放射線を照射する放射線発生装置に対して、所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記第1の物質を識別するための第1の低エネルギーの放射線と第1の高エネルギーの放射線と、前記第2の物質を識別するための第2の低エネルギーの放射線と第2の高エネルギーの放射線とを連続的に照射するように設定する放射線設定手段と、

前記放射線発生装置から照射された放射線を検知する放射線撮影装置に対して、前記第1の低エネルギーの放射線と前記第1の高エネルギーの放射線と前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネ

ルギーの放射線の少なくともいずれかに基づいて、第1の放射線画像と第2の放射線画像と第3の放射線画像と第4の放射線画像を前記所定の撮影サイクルタイムにおいて生成するためのタイミングを設定するタイミング設定手段と、

前記放射線撮影装置により生成された前記第1の放射線画像と前記第2の放射線画像と前記第3の放射線画像と前記第4の放射線画像の少なくともいずれかに基づいて、前記第1の物質を識別するための第1の画像と前記第2の物質を識別するための第2の画像を生成する画像処理手段と、

を有することを特徴とする情報処理装置。

[請求項16] 前記放射線設定手段は、前記放射線発生装置に対して、前記第1の低エネルギーの放射線と前記第1の高エネルギーの放射線と前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネルギーの放射線を、エネルギーのレベルが昇順に並ぶように照射するように設定することを特徴とする請求項15に記載の情報処理装置。

[請求項17] 前記第1の低エネルギーの放射線と前記第2の低エネルギーの放射線のエネルギーの差が所定の第1の閾値以内であることを示す操作がユーザーにより為された場合、

前記放射線設定手段は、前記放射線発生装置に対して、前記第1の低エネルギーの放射線と前記第2の低エネルギーの放射線を共通化させた共通の低エネルギーの放射線を照射するように設定することを特徴とする請求項16に記載の情報処理装置。

[請求項18] 前記共通の低エネルギーの放射線と、前記第1の高エネルギーの放射線または前記第2の高エネルギーの放射線とのエネルギーの差が所定の第2の閾値以上である場合、前記放射線設定手段は、前記放射線発生装置に対して、前記所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記共通の低エネルギーの放射線を照射し、前記所定の撮影サイクルタイムの次の撮影サイクルタイムにおいて、前記第1の高エネルギーの放射

線と前記第 2 の高エネルギーの放射線を連続的に照射するように設定し、

前記タイミング設定手段は、前記放射線撮影装置に対して、前記所定の撮影サイクルタイムにおいて前記共通の低エネルギーの放射線に基づいて共通の低エネルギーの放射線画像を前記第 1 の画像と前記第 2 の画像として生成し、前記次の撮影サイクルタイムにおいて前記第 1 の高エネルギーの放射線と前記第 2 の高エネルギーの放射線に基づいて前記第 3 の放射線画像と前記第 4 の放射線画像を生成するためのタイミングを設定することを特徴とする請求項 17 に記載の情報処理装置。

[請求項19] 前記第 1 の高エネルギーの放射線と前記第 2 の高エネルギーの放射線のエネルギーの差が所定の第 1 の閾値以内であることを示す操作がユーザーにより為された場合、

前記放射線設定手段は、前記放射線発生装置に対して、前記第 1 の高エネルギーの放射線と前記第 2 の高エネルギーの放射線を共通化させた共通の高エネルギーの放射線を照射するように設定することを特徴とする請求項 16 に記載の情報処理装置。

[請求項20] 前記共通の高エネルギーの放射線と、前記第 1 の低エネルギーの放射線または前記第 2 の低エネルギーの放射線とのエネルギーの差が所定の第 2 の閾値以上である場合、前記放射線設定手段は、前記放射線発生装置に対して、前記所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記第 1 の低エネルギーの放射線と前記第 2 の低エネルギーの放射線を連続的に照射し、前記所定の撮影サイクルタイムの次の撮影サイクルタイムにおいて、前記共通の高エネルギーの放射線を照射するように設定し、

前記タイミング設定手段は、前記放射線撮影装置に対して、前記所定の撮影サイクルタイムにおいて前記第 1 の低エネルギーの放射線と前記第 2 の低エネルギーの放射線に基づいて前記第 1 の放射線画像と

前記第2の放射線画像を生成し、前記次の撮影サイクルタイムにおいて、前記共通の高エネルギーの放射線に基づいて共通の高エネルギーの放射線を前記第3の放射線画像と前記第4の放射線画像として生成するためのタイミングを設定することを特徴とする請求項19に記載の情報処理装置。

[請求項21] 前記画像処理手段により生成された前記第1の画像と前記第2の画像を重畳して表示部に表示する表示制御手段を更に有することを特徴とする請求項14から20のいずれか1項に記載の情報処理装置。

[請求項22] 情報処理装置の制御方法であって、
ユーザーの操作により識別対象の第1の物質と第2の物質を設定する物質設定工程と、

放射線を照射する放射線発生装置に対して、所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記第1の物質を識別するための第1の低エネルギーの放射線と第1の高エネルギーの放射線を連続的に照射し、前記所定の撮影サイクルタイムの次の撮影サイクルタイムにおいて、前記第2の物質を識別するための第2の低エネルギーの放射線と第2の高エネルギーの放射線を連続的に照射するように設定する放射線設定工程と、

前記放射線発生装置から照射された放射線を検知する放射線撮影装置に対して、前記第1の低エネルギーの放射線と前記第1の高エネルギーの放射線に基づく第1の放射線画像と第2の放射線画像を前記所定の撮影サイクルタイムにおいて生成し、前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネルギーの放射線に基づく第3の放射線画像と第4の放射線画像を前記次の撮影サイクルタイムにおいて生成するためのタイミングを設定するタイミング設定工程と、

前記放射線撮影装置により生成された前記第1の放射線画像と前記第2の放射線画像に基づいて前記第1の物質を識別するための第1の画像を生成し、前記第3の放射線画像と前記第4の放射線画像に基づ

いて前記第2の物質を識別するための第2の画像を生成する画像処理工程と、を有することを特徴とする情報処理装置の制御方法。

[請求項23]

情報処理装置の制御方法であって、

ユーザーの操作により識別対象の第1の物質と第2の物質を設定する物質設定工程と、

放射線を照射する放射線発生装置に対して、所定の撮影サイクルタイムにおいて、前記第1の物質を識別するための第1の低エネルギーの放射線と第1の高エネルギーの放射線と、前記第2の物質を識別するための第2の低エネルギーの放射線と第2の高エネルギーの放射線とを連続的に照射するように設定する放射線設定工程と、

前記放射線発生装置から照射された放射線を検知する放射線撮影装置に対して、前記第1の低エネルギーの放射線と前記第1の高エネルギーの放射線と前記第2の低エネルギーの放射線と前記第2の高エネルギーの放射線の少なくともいずれかに基づいて、第1の放射線画像と第2の放射線画像と第3の放射線画像と第4の放射線画像を前記所定の撮影サイクルタイムにおいて生成するためのタイミングを設定するタイミング設定工程と、

前記放射線撮影装置により生成された前記第1の放射線画像と前記第2の放射線画像と前記第3の放射線画像と前記第4の放射線画像の少なくともいずれかに基づいて、前記第1の物質を識別するための第1の画像と前記第2の物質を識別するための第2の画像を生成する画像処理工程と、

を有することを特徴とする情報処理装置の制御方法。

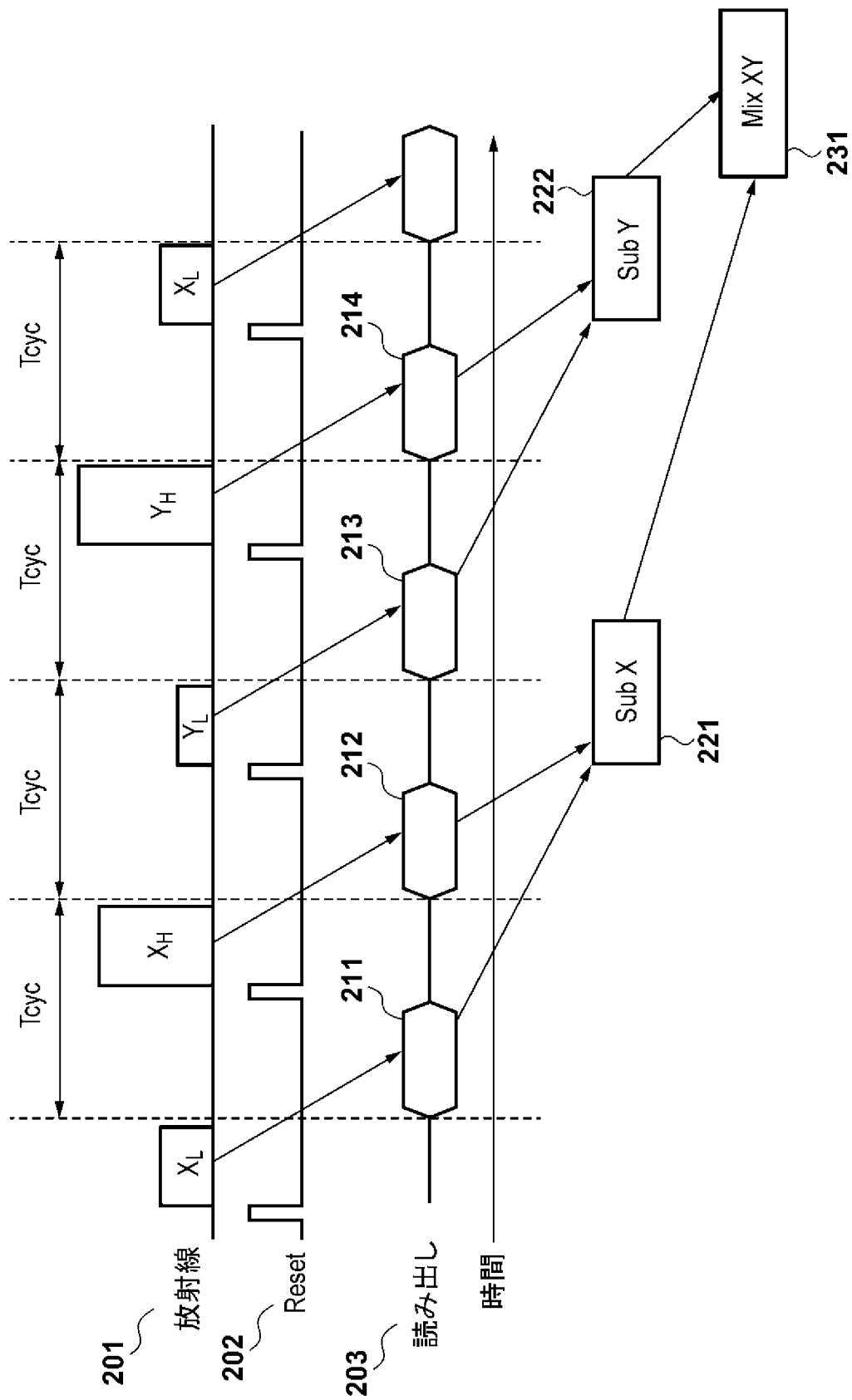
[請求項24]

コンピュータを、請求項14から21のいずれか1項に記載の情報処理装置として機能させるためのプログラム。

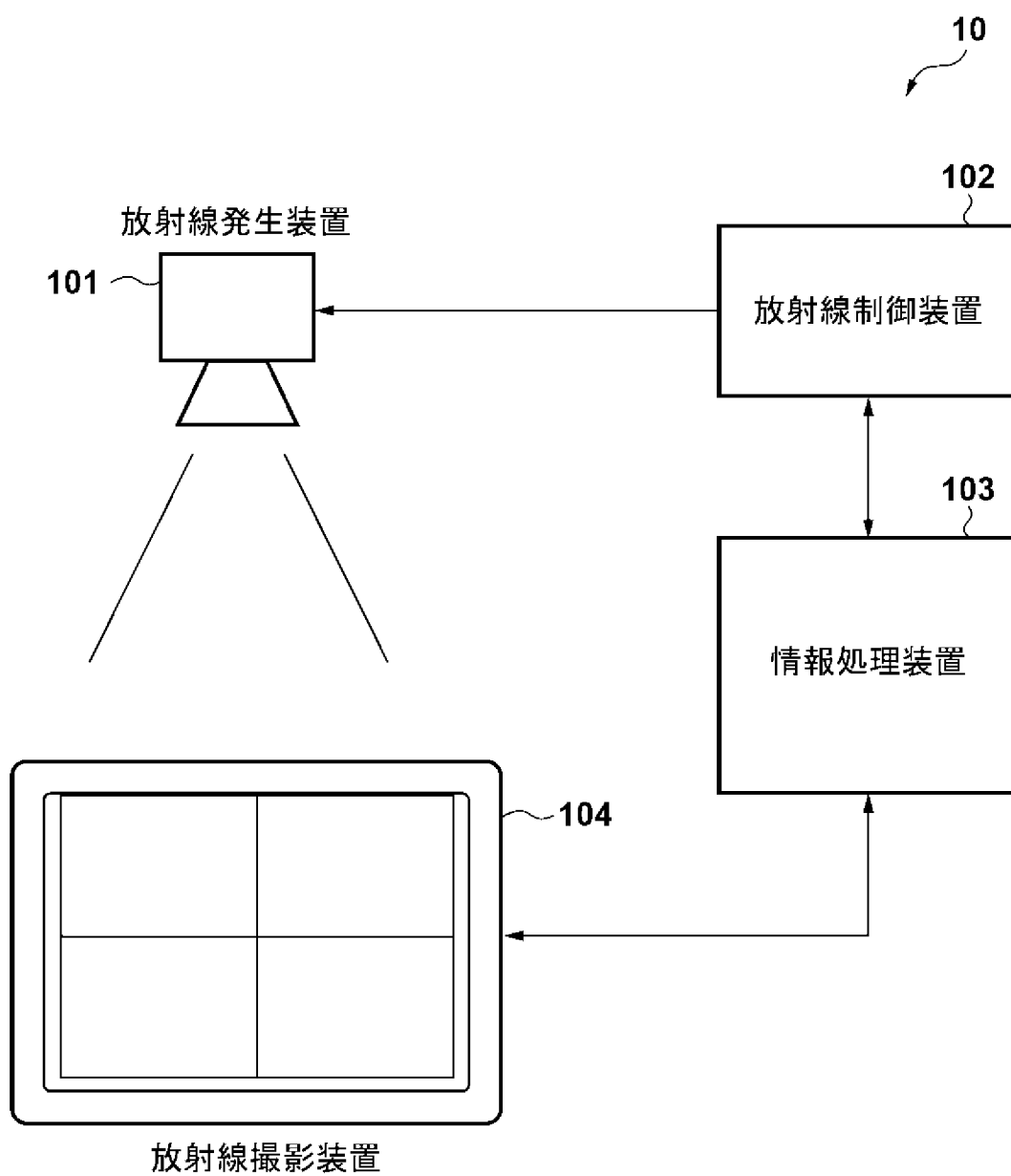
[図1]



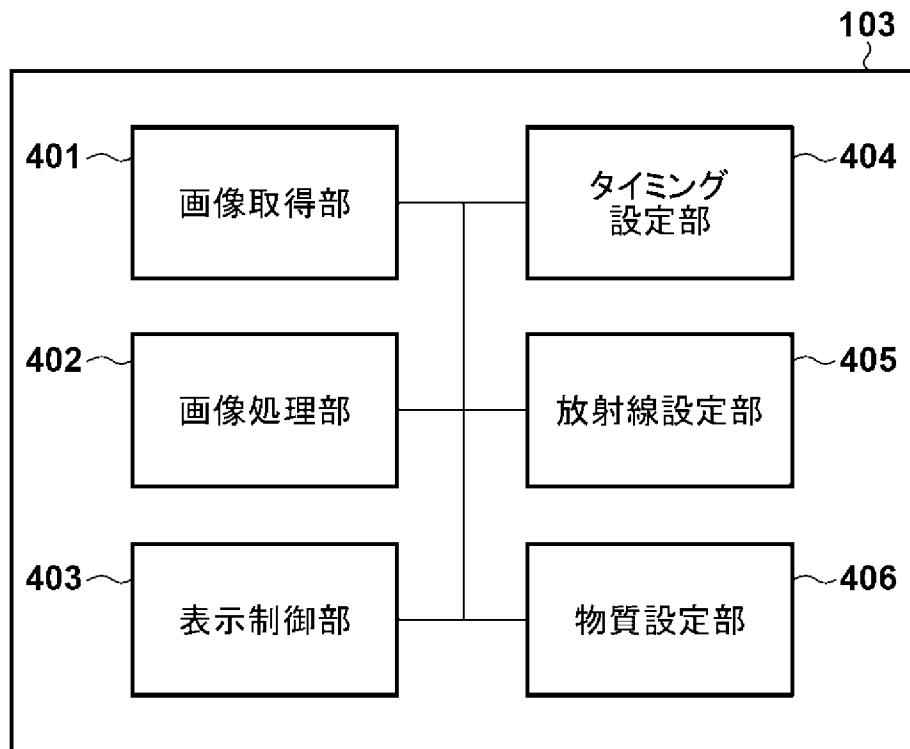
[図2]



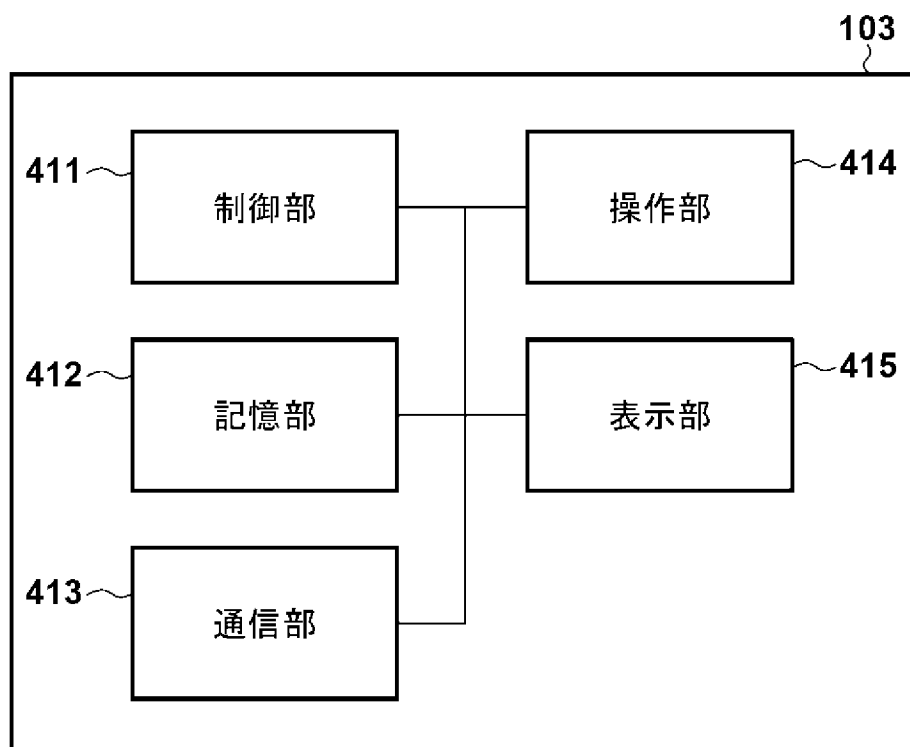
[図3]



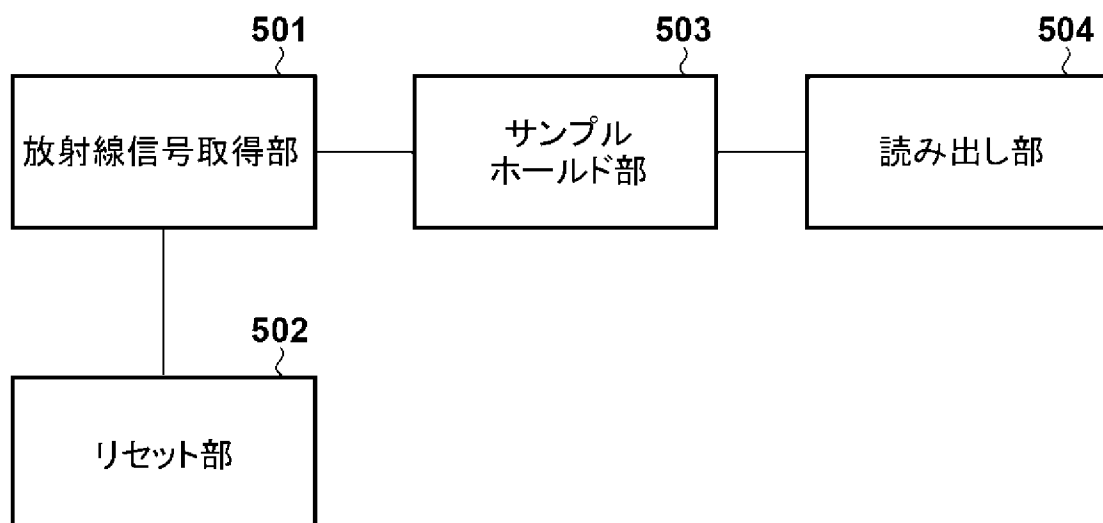
[図4A]



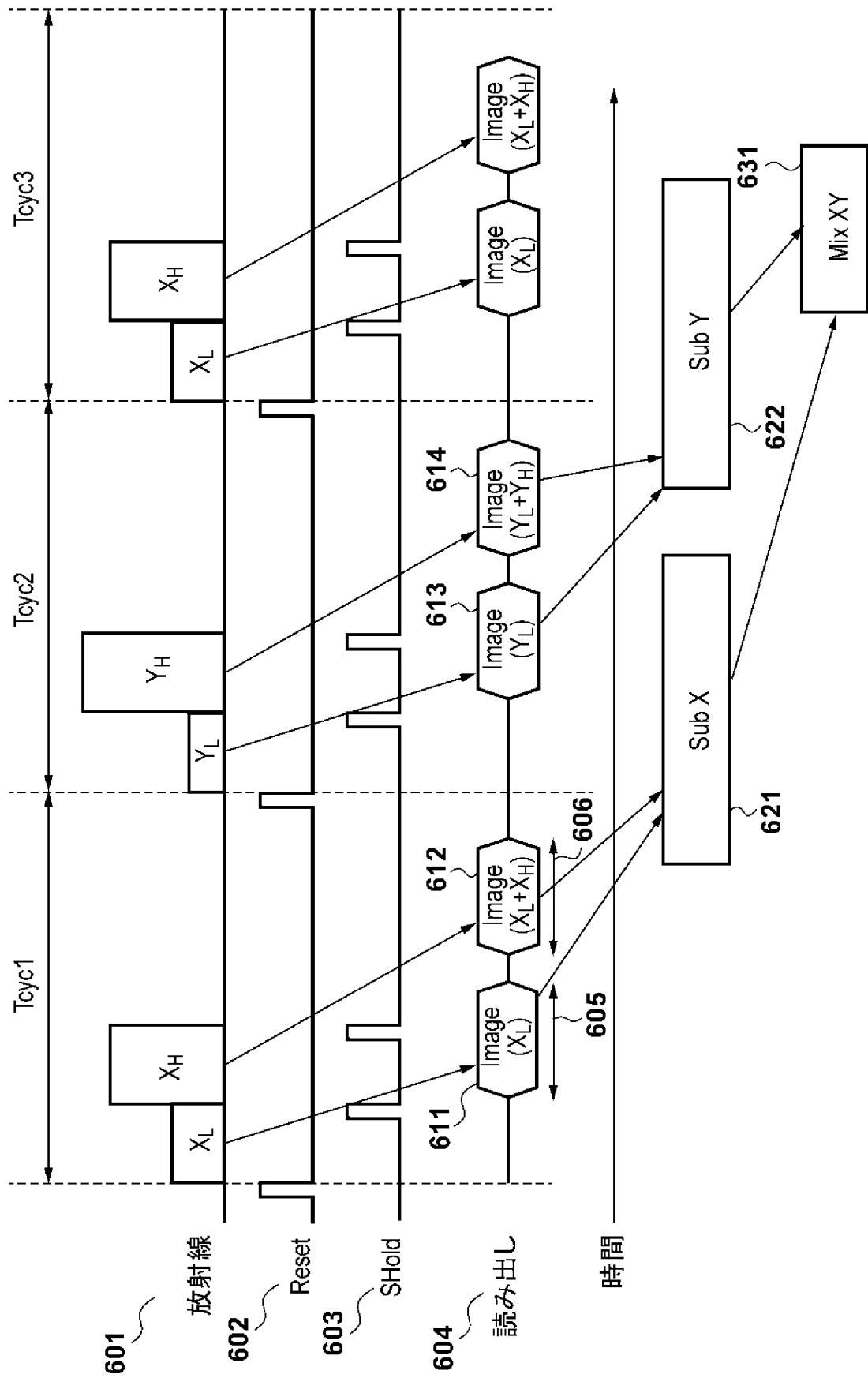
[図4B]



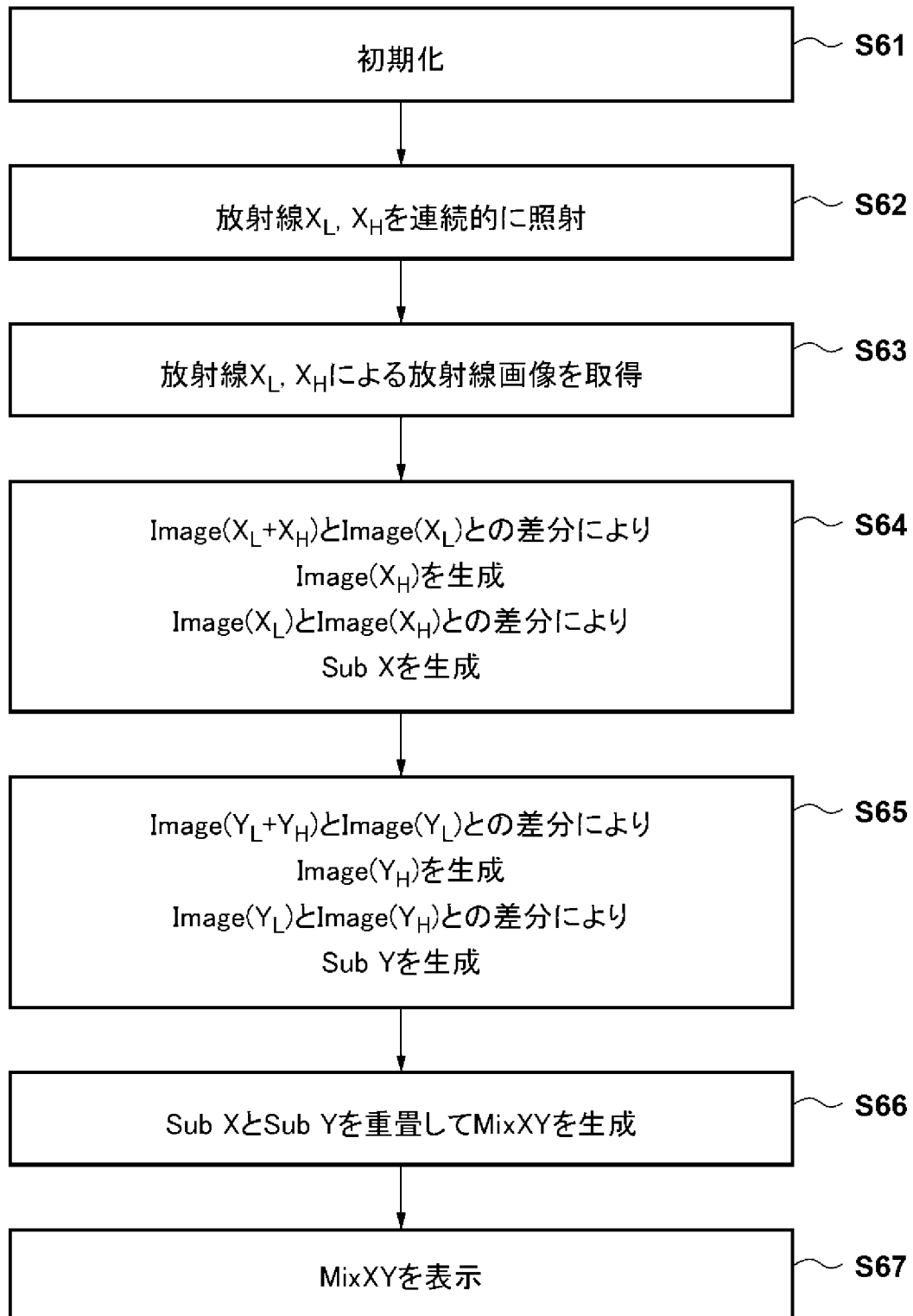
[図5]



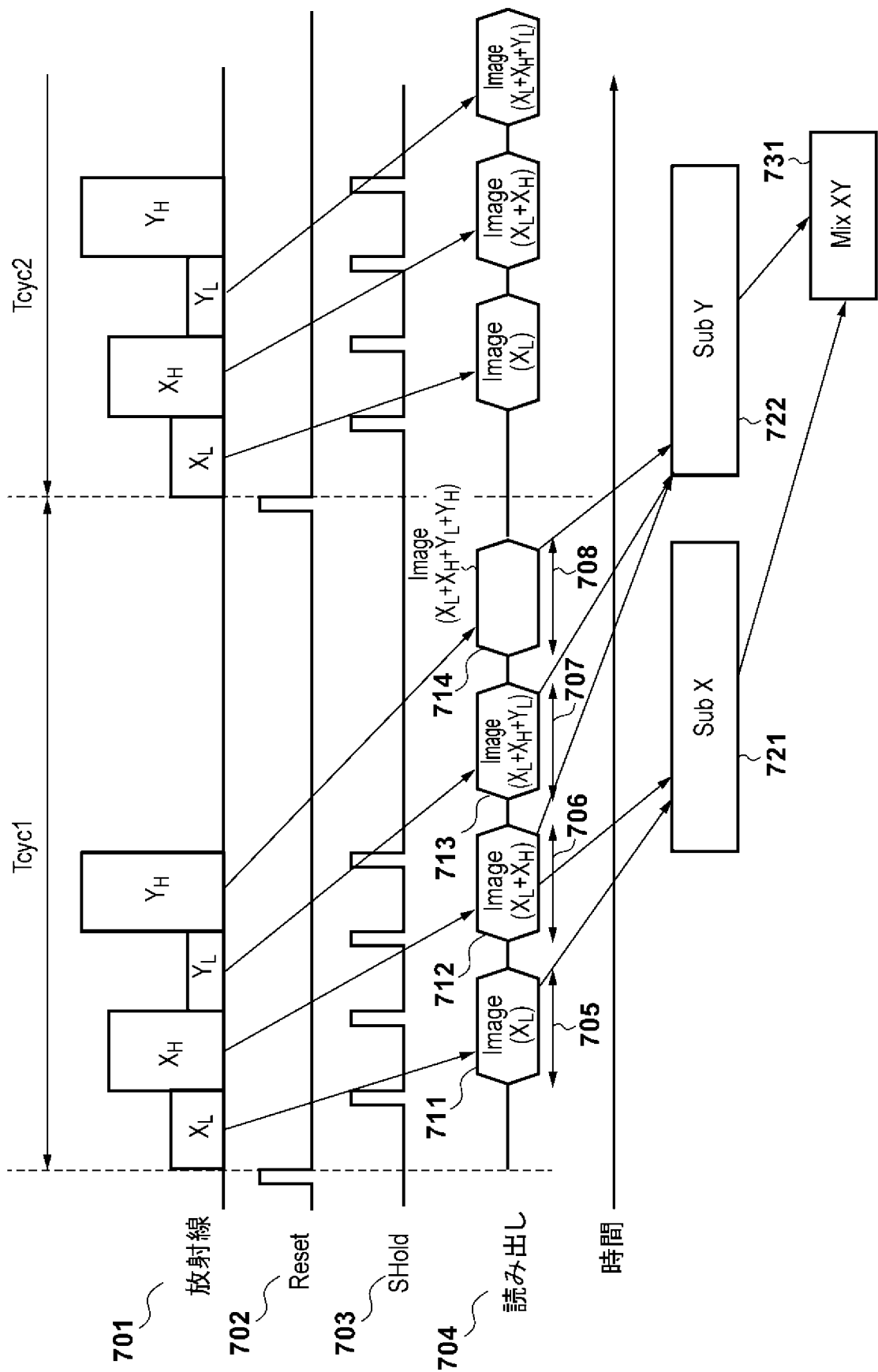
[図6A]



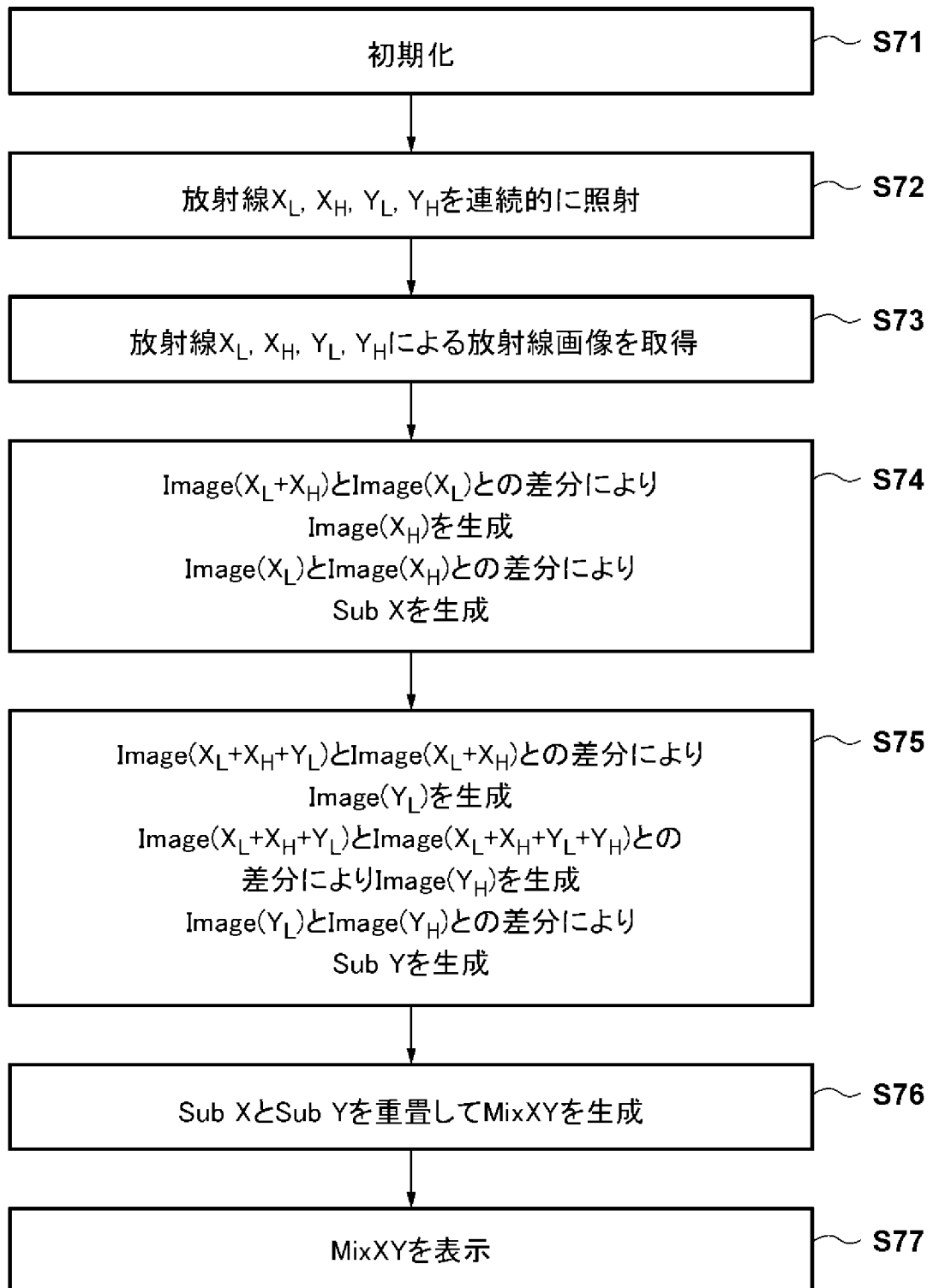
[図6B]



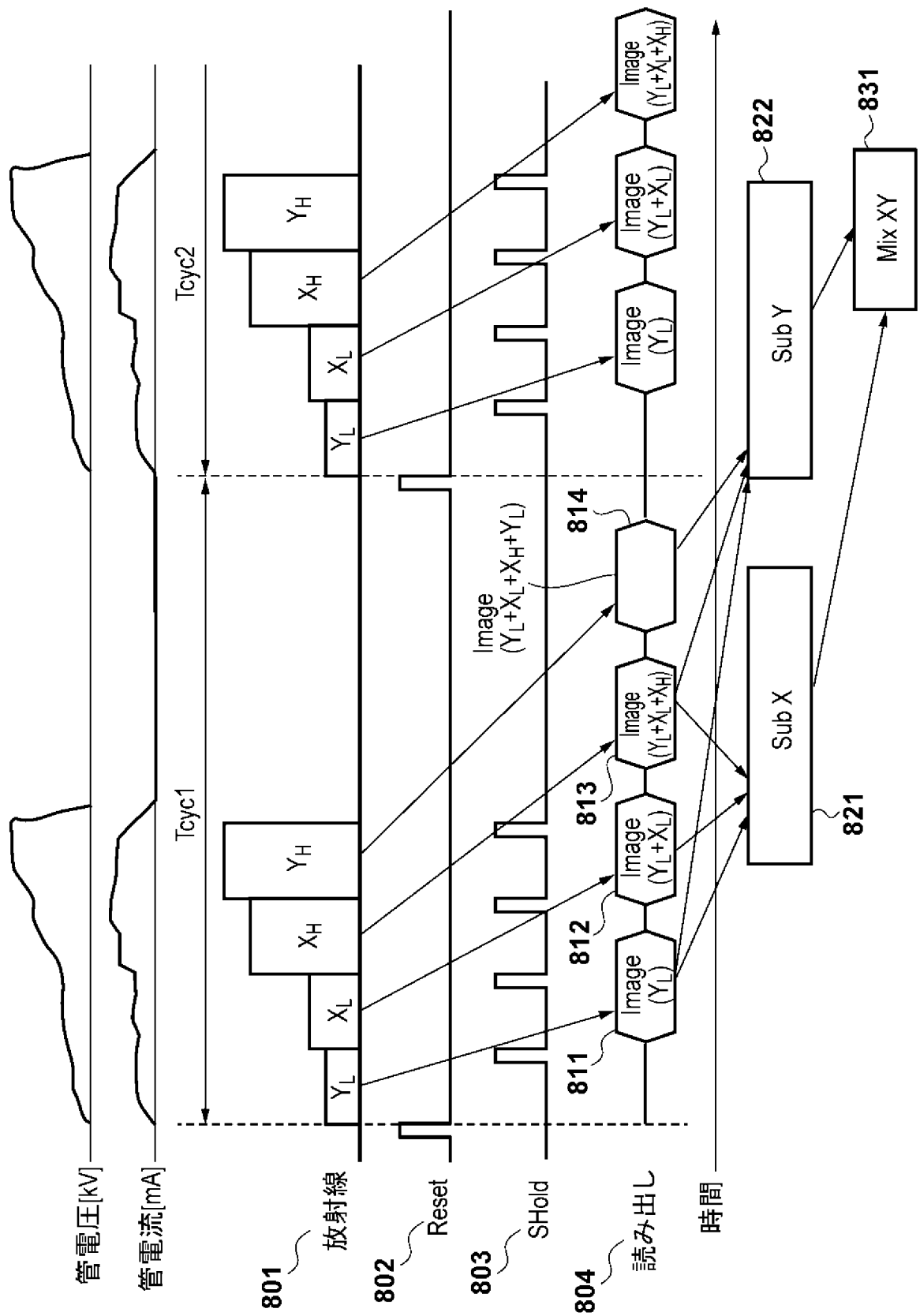
[図7A]



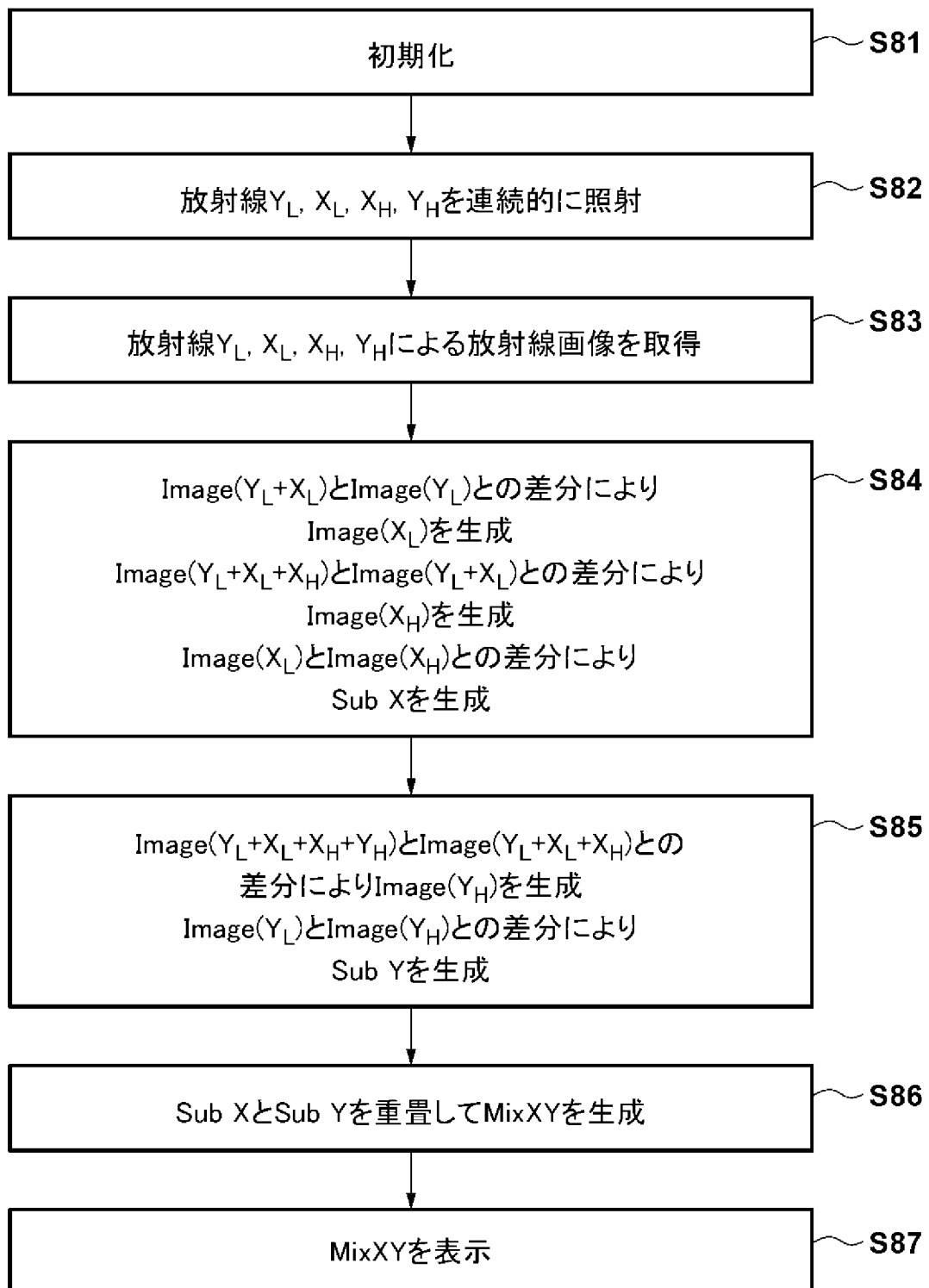
[図7B]



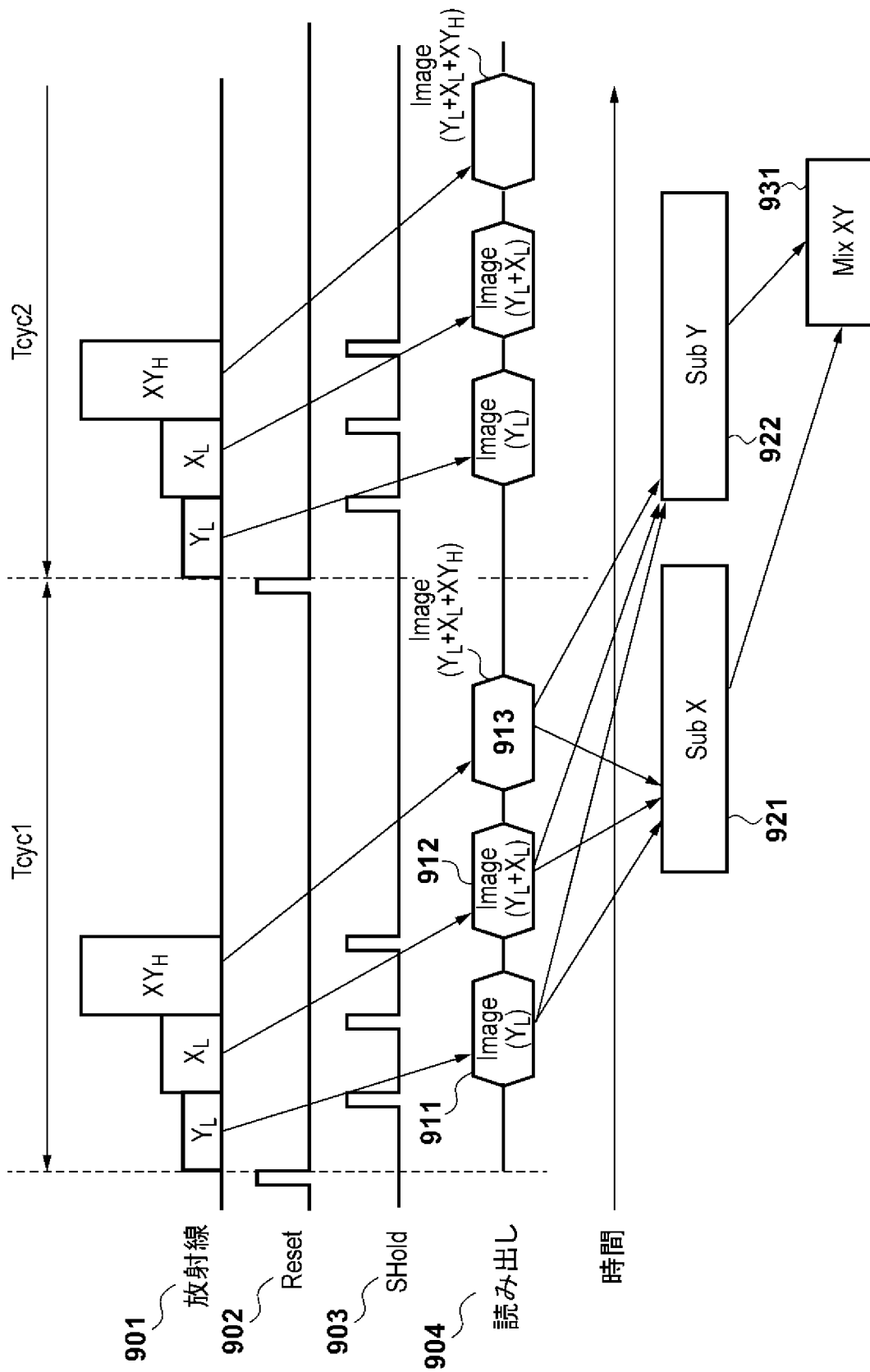
[図8A]



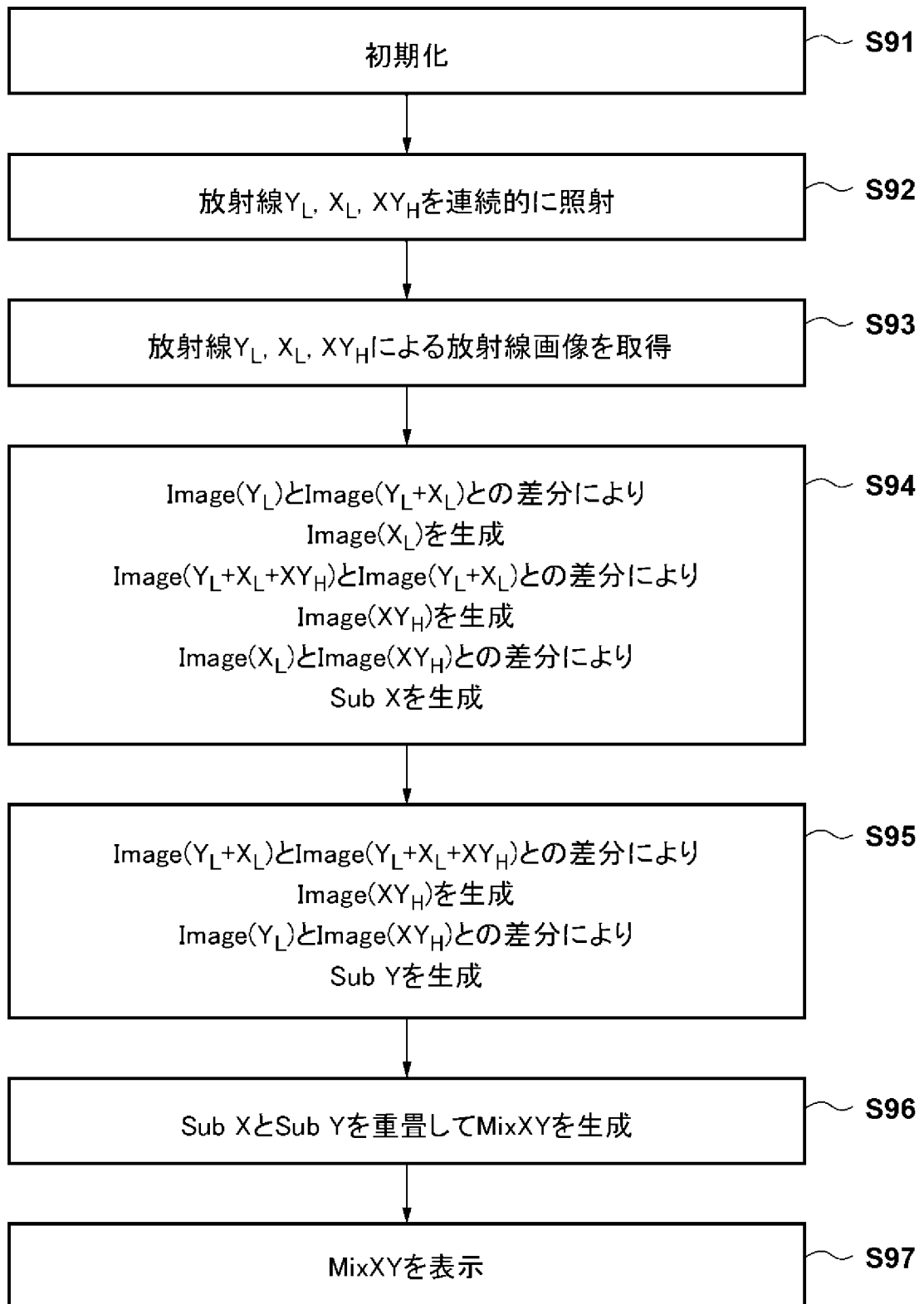
[図8B]



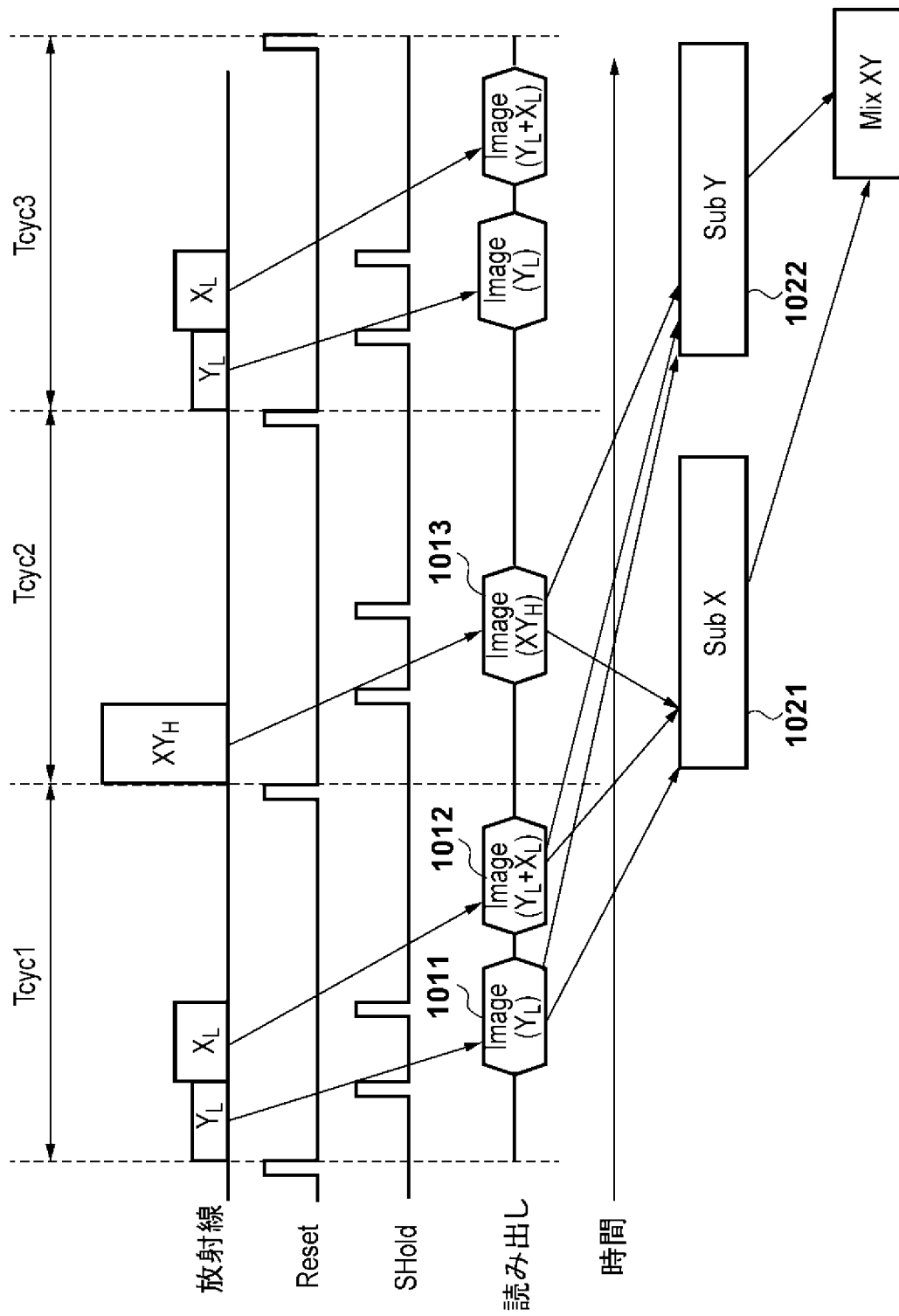
[図9A]



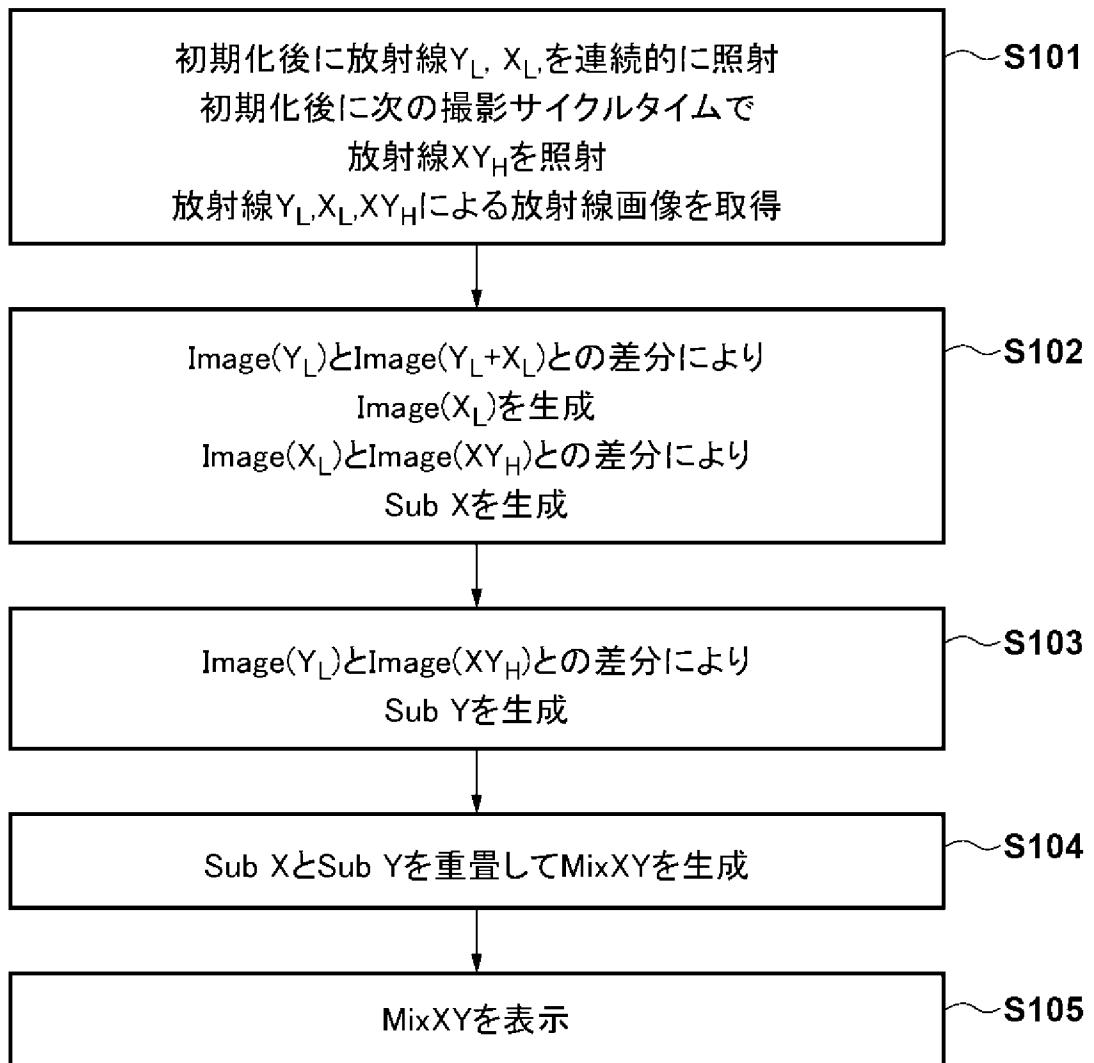
[図9B]



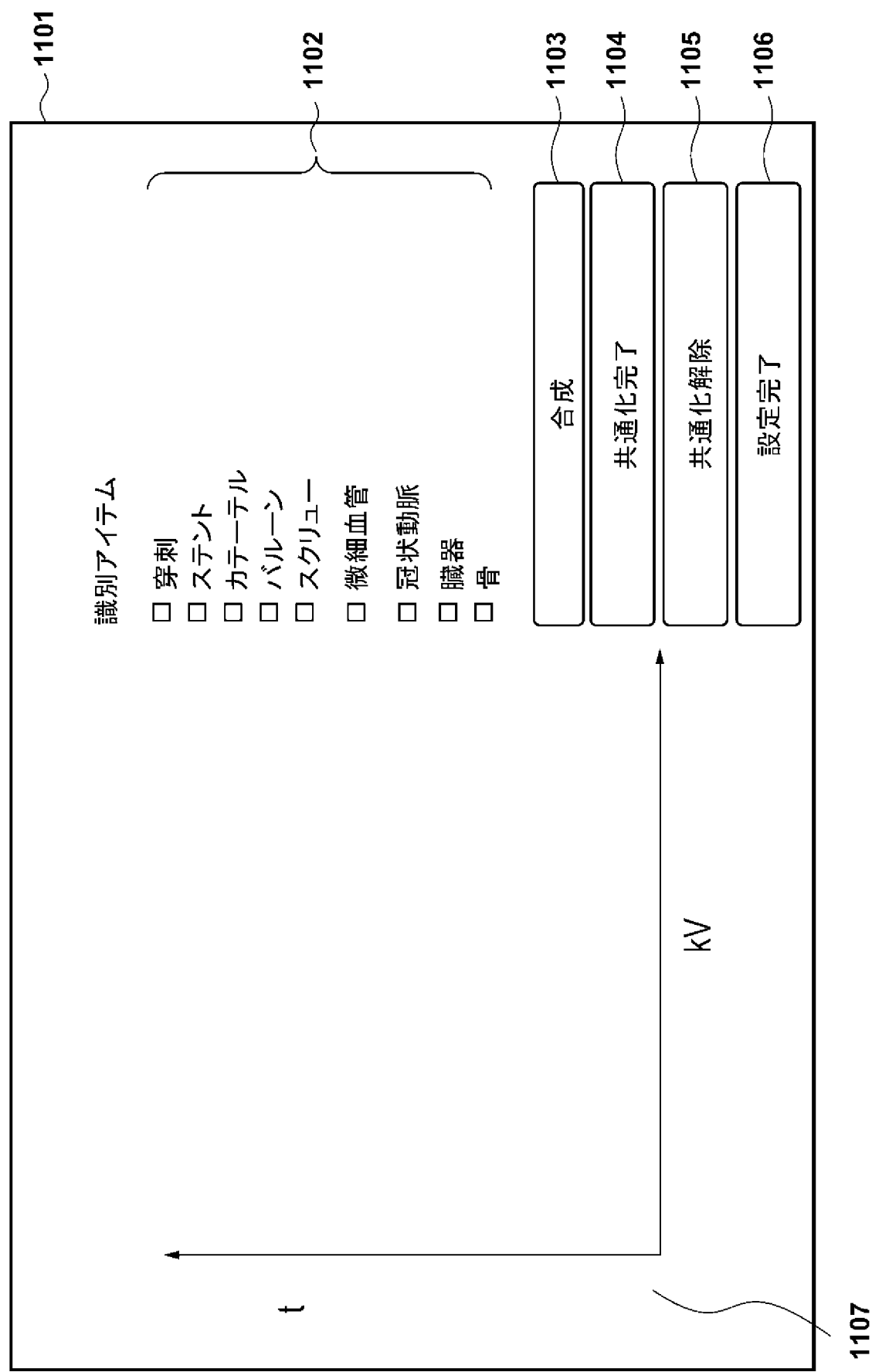
[図10A]



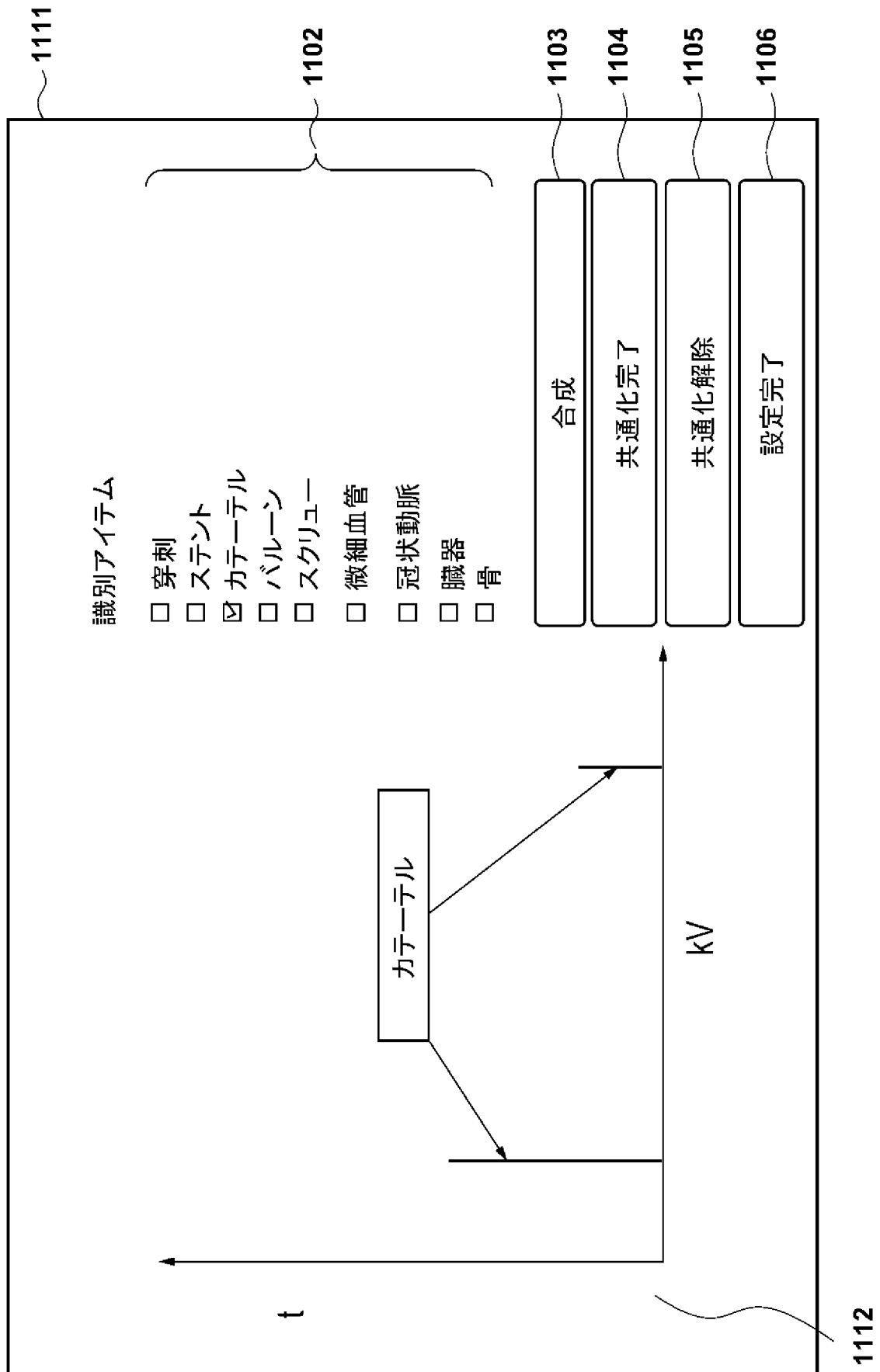
[図10B]



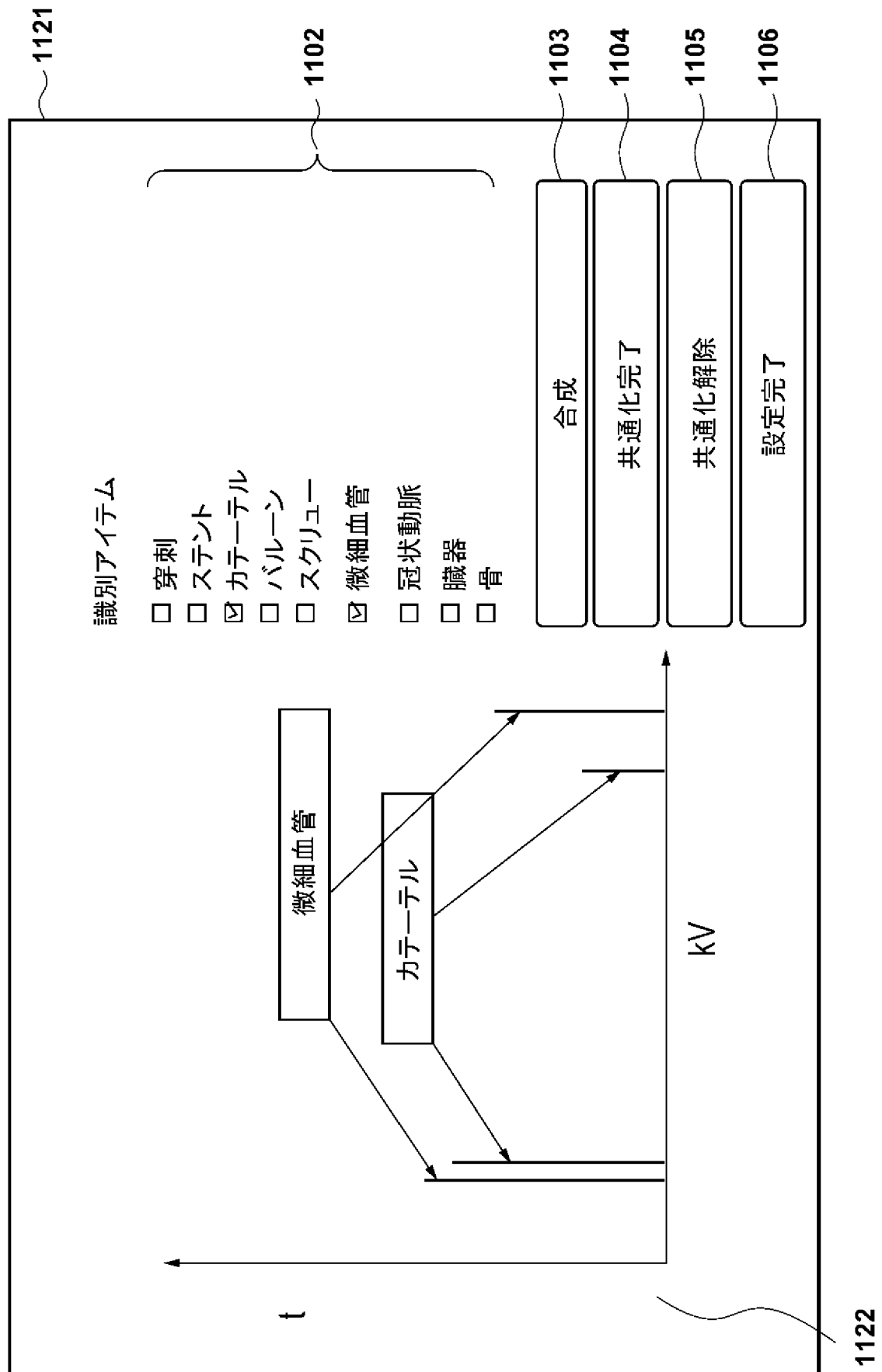
[図11A]



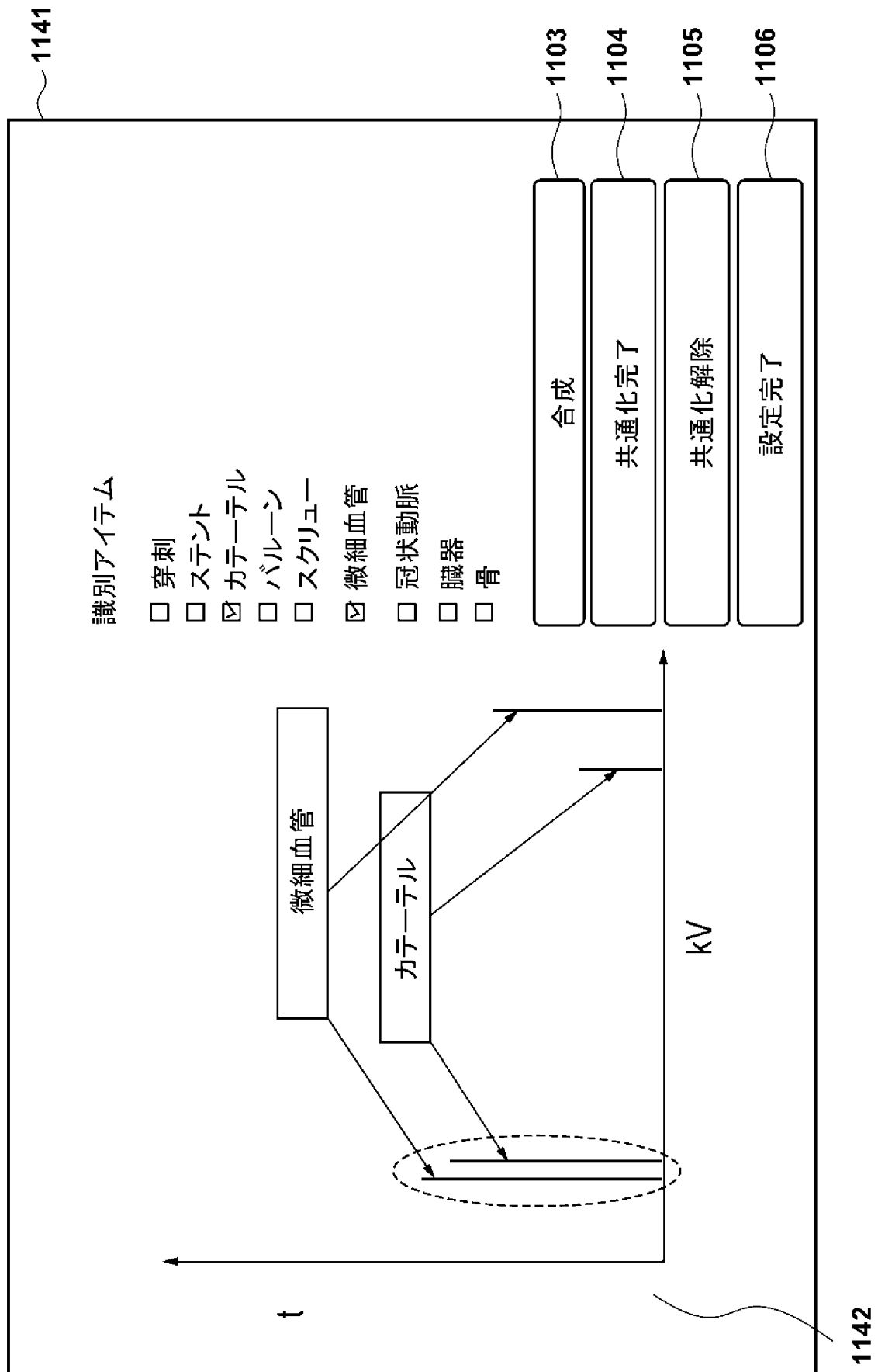
[図11B]



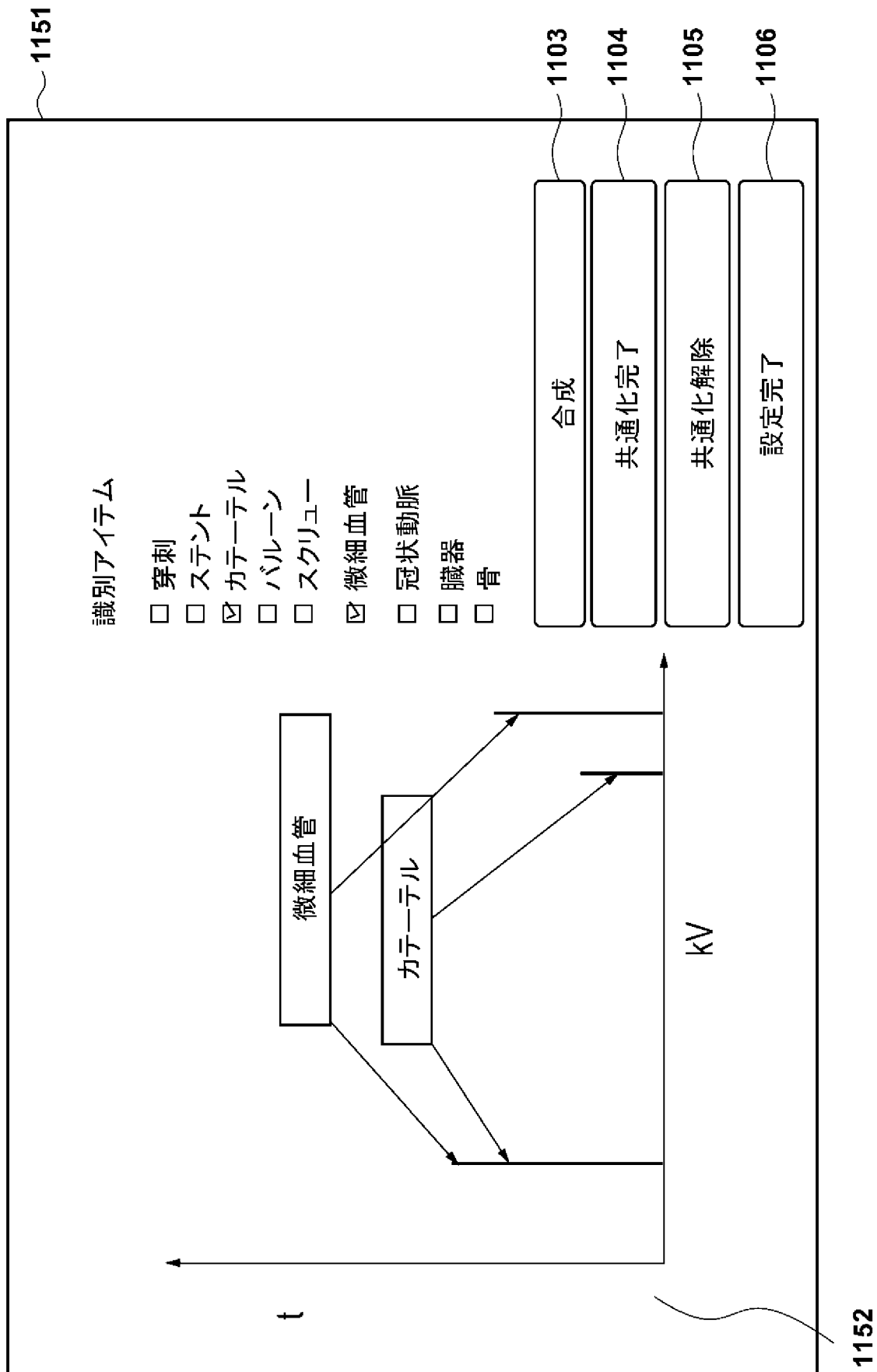
[図11C]



[図11D]



[図11E]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/037238

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. A61B6/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. A61B6/00-6/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-136461 A (TOSHIBA CORPORATION) 30 July 2015, paragraphs [0074], [0075], fig. 6	1-6, 13-16, 21-24
A	(Family: none)	7-12, 17-20
Y	JP 2016-220969 A (TOSHIBA CORPORATION) 28 December 2016, paragraphs [0081]-[0090], fig. 1-3, 8	1-6, 13-16, 21-24
A	(Family: none)	7-12, 17-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13.12.2018

Date of mailing of the international search report
08.01.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/037238

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-239840 A (TOSHIBA CORPORATION) 25 December 2014, paragraphs [0064]-[0077], fig. 4-7 (Family: none)	1-24
A	WO 2015/005485 A1 (TOSHIBA CORPORATION) 15 January 2015, paragraphs [0053]-[0060] & JP 2015-33578 A & US 2016/0113609 A1, paragraphs [0055]-[0063]	1-24
A	JP 2016-42934 A (TOSHIBA CORPORATION) 04 April 2016, fig. 2-6 (Family: none)	1-24
A	JP 2016-195848 A (TOSHIBA MEDICAL SYSTEMS CORP.) 24 November 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-24

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B6/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B6/00-6/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2015-136461 A（株式会社東芝）2015.07.30, [0074]－[0075]段落、図6（ファミリーなし）	1-6, 13-16, 21-24 7-12, 17-20
Y A	JP 2016-220969 A（株式会社東芝）2016.12.28, [0081]－[0090]段落、図1－3、8（ファミリーなし）	1-6, 13-16, 21-24 7-12, 17-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.12.2018

国際調査報告の発送日

08.01.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

松岡 智也

2U

3107

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-239840 A (株式会社東芝) 2014. 12. 25, [0064]－[0077]段落、図4－7 (ファミリーなし)	1-24
A	WO 2015/005485 A1 (株式会社 東芝) 2015. 01. 15, [0053]－[0060]段落 & JP 2015-33578 A & US 2016/0113609 A1, [0055]－[0063]段落	1-24
A	JP 2016-42934 A (株式会社東芝) 2016. 04. 04, 図2－6 (ファミリーなし)	1-24
A	JP 2016-195848 A (東芝メディカルシステムズ株式会社) 2016. 11. 24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-24