

(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
2020年7月16日(16.07.2020)



(10) 国際公開番号

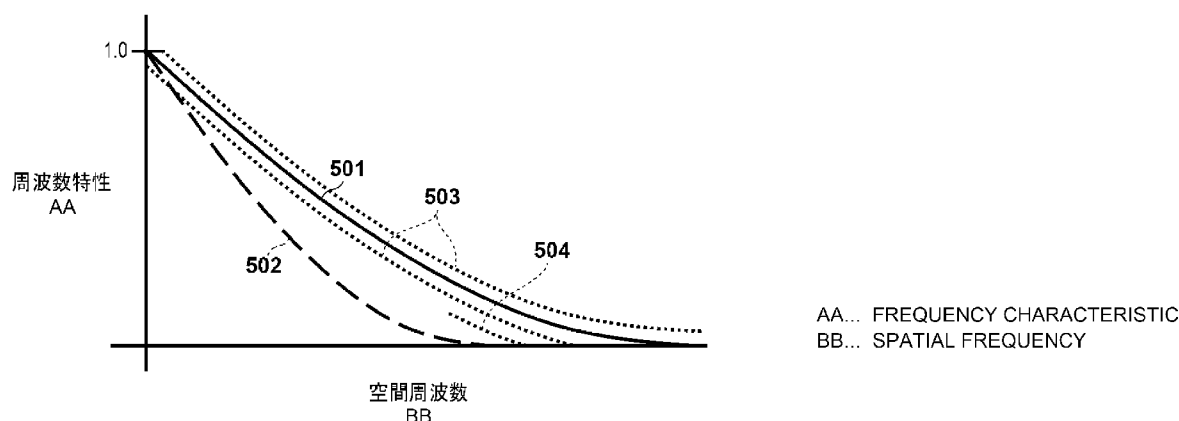
WO 2020/144972 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 6/00 (2006.01) *G01T 7/00* (2006.01) 京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/047019 (74) 代理人: 大塚 康徳, 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).
- (22) 国際出願日: 2019年12月2日(02.12.2019)
- (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 2019-002140 2019年1月9日(09.01.2019) 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: 島田 哲雄 (SHIMADA, Tetsuo); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内 Tokyo (JP). 竹中 克郎 (TAKENAKA, Katsuro); 〒1468501 東
- (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.

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法およびプログラム

[図10]



(57) Abstract: This image processing device modifies the spatial frequency characteristic of at least one of multiple radiation images such that the spatial frequency characteristics of the multiple radiation images obtained by multiple different radiation energies approach each other, and uses the modified multiple radiation images to generate an image of the subject. This modification is performed by applying pre-set processing, which causes the measured spatial frequency characteristic of one of the multiple radiation energies to approximate the measured spatial frequency characteristic of another of the multiple radiation energies, to the radiation image obtained by said one radiation energy.

[続葉有]



WO 2020/144972 A1

(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, 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: 画像処理装置は、異なる複数の放射線エネルギーにより得られた複数の放射線画像の空間周波数特性が互いに近づくように、複数の放射線画像の少なくとも1つについて空間周波数特性を変更し、該変更後の複数の放射線画像を用いて被写体に関する画像を生成する。変更は、複数の放射線エネルギーのうちの1つの放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性に、複数の放射線エネルギーのうちの他の放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性を近づけるようにあらかじめ設定された処理を、他の放射線エネルギーで得られた放射線画像に適用することによりなされる。

明 細 書

発明の名称： 画像処理装置、画像処理方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、放射線画像を処理するための画像処理装置、画像処理方法およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 医療画像診断や非破壊検査に放射線撮像装置が広く利用されている。放射線撮像装置を用いて、エネルギー成分が異なる放射線により複数の放射線画像を取得し、これら複数の放射線画像の差分から、特定の被写体部分を分離又は強調したエネルギーサブトラクション画像を取得する方法が知られている。

[0003] エネルギーサブトラクション画像の取得には、同一の部位について放射線エネルギーの異なる複数の放射線画像が必要である。特許文献1には、光透過性を有する基板の両面にシンチレータを配し、一方の側のシンチレータが発する光を検出するフォトダイオードと他方の側のシンチレータが発する光を検出するフォトダイオードとを配することが示されている。互いに異なるシンチレータが発する光を検出するフォトダイオードによって、1回の放射線の照射で2つの異なるエネルギー成分の信号が取得され、エネルギーサブトラクション画像が生成できる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-056396号公報

特許文献2：特開2011-227044号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1の場合、放射線入射面側に配置されたシンチレータにより放射線を波長変換して得られる蛍光を検出する第1のセンサ部は、通常のフラットパネルディテクタと同様の構造となるため、良好な空間分解能を持つこと

が可能である。一方、放射線入射面側に配置されたシンチレータから得られる蛍光を検出する第2のセンサ部は、厚みを持った光透過性の基板を経て到達した放射線を波長変換して得られる蛍光を検出することになる。そのため、第2のセンサ部では、光透過性の基板により散乱した蛍光を検出することになり、分解能が低下する。結果、第1のセンサ部で取得された画像と第2のセンサ部で取得された画像とでは空間周波数が異なる。これら空間周波数の異なる画像を使用してエネルギーサブトラクション画像やスペクトラルイメージング画像を生成すると、特に空間周波数の高周波成分を含む領域で計算に齟齬が生じ、実際の構造と異なる結果となる。

[0006] 本発明は、放射線エネルギーの異なる複数の放射線画像の空間周波数の差異を低減することで、これら複数の放射線画像を用いて生成される画像の画質を向上するための技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様による放射線画像処理装置は以下の構成を備える。すなわち、

異なる複数の放射線エネルギーにより得られた複数の放射線画像の空間周波数特性が互いに近づくように、前記複数の放射線画像の少なくとも1つについて空間周波数特性を変更する変更手段と、

該変更後の前記複数の放射線画像を用いて被写体に関する画像を生成する処理手段と、を備え、

前記変更手段は、前記複数の放射線エネルギーのうちの1つの放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性に、前記複数の放射線エネルギーのうちの他の放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性を近づけるようにあらかじめ設定された処理を、前記他の放射線エネルギーで得られた放射線画像に適用する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、放射線エネルギーの異なる複数の放射線画像の空間周波数の差異を低減することで、これら複数の放射線画像を用いて生成される画像

の画質が向上する。

[0009] 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

[0010] 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]実施形態に係る放射線撮像装置を用いた放射線撮像システムの構成例を示す図。

[図2]放射線撮像装置の撮像パネルの構成例を示す図。

[図3A]放射線撮像装置の画素の断面の構造例を示す図。

[図3B]放射線撮像装置の画素の断面の構造例を示す図。

[図4]放射線撮像装置の画素の配置例を示す図。

[図5]放射線撮像装置の動作を示すタイミングチャート。

[図6]放射線撮像装置の動作を示すタイミングチャート。

[図7A]放射線撮像装置の動作フローを示す図。

[図7B]放射線撮像装置の動作フローを示す図。

[図8]放射線撮像装置の画素補間の例を示す図。

[図9]低エネルギー画像と高エネルギー画像の空間周波数特性を示す図。

[図10]第1実施形態による空間周波数特性の変更方法の例を説明する図。

[図11]第2実施形態による空間周波数特性の変更方法の例を説明する図。

[図12]第3実施形態による空間周波数特性の変更方法の例を説明する図。

[図13]第3実施形態による空間周波数特性の変更方法の他の例を説明する図。

。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。尚、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のもの

とは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

[0012] 以下の各実施形態では、一度の撮像で同一部位のエネルギーの異なる放射線の画像を撮像する放射線撮像装置を用いた例を説明する。そのような放射線撮像装置として、上述した特許文献1に記載された構成のほか、例えば、特許文献2に記載された放射線撮像装置の構成を用いることができるが、以下の各実施形態では、これらとは異なる新たな構成の放射線撮像装置が用いられる。これらの放射線撮像装置は、一度の放射線照射により異なる放射線エネルギーの画像を得るために、放射線を検出するための2つ以上の検出層を含む構造を有している。例えば、放射線照射側の第1の検出層と、第1の検出層よりも後方の第2の検出層とが設けられた構造が用いられる。この場合、第2の検出層では第1の検出層を通過した放射線を検出するため、第1の検出層で検出される放射線の画像と第2の検出層で検出される放射線の画像とでは空間周波数特性が異なる。以下の実施形態では、このような空間周波数特性の違いを低減することにより、異なる複数の放射線エネルギーの放射線画像を用いて生成される画像（エネルギーサブトラクション画像、スペクトラルイメージング画像など）の画質を向上する。

[0013] なお、上述の放射線撮像装置において一度の撮像で取得される複数の放射線画像の空間周波数特性を変化させる更なる要因の例としては以下があげられる。例えば、夫々の検出層で検出される放射線のエネルギー差を大きくするための放射線吸収物質を2つの検出層の間に設置した場合、そのような放射線吸収物質はこれら2つの検出層で得られる放射線画像の空間周波数特性を変化させる。同様に、各検出層に配置されるシンチレータ（蛍光体層）の材質、厚みなどが変われば、得られる放射線画像の空間周波数特性は変化する。さらに、検出層ごとに配列間隔の異なる画素アレイを用いた場合、変換素子の受光面の大きさまたは形状が異なる場合、などでも得られる放射線画像の空間周波数特性が変化する。また放射線のエネルギー差だけでなく、画像のノ

イズ特性の差によっても放射線画像の空間周波数特性は変化する。実施形態では、これらの要因により生じた空間周波数特性の差を低減する。

[0014] また、以下の実施形態では、放射線エネルギーの異なる複数の放射線画像を一度の撮像で取得する放射線撮像装置を用いて説明するが、本発明はそのような放射線撮像装置を用いた構成に限られるものではない。例えば、一つもしくは複数の放射線撮像装置を用いて、同一被写体を時間や角度を変更して撮像するような手法が用いられてもよい。すなわち、本発明は、エネルギーの異なる複数の放射線を用いてコントラストの異なる複数の放射線画像を収集し、エネルギーサブトラクションやスペクトラルイメージングの計算を行う構成であれば、放射線撮像装置の構造および手技は何等限定されない。

[0015] また、以下の実施形態では、放射線を電荷に変換する際にシンチレータを用いる間接型の撮像パネルを用いているが、これに限られるものではなく、直接放射線を電荷に変換する直接型や、またはその組み合わせであってもよい。さらに、同一の放射線撮像装置に照射する放射線のエネルギーを短時間に変更して撮像する構成であってもよい。

[0016] また、本発明における放射線には、放射線崩壊によって放出される粒子（光子を含む）の作るビームである α 線、 β 線、 γ 線などの他に、同程度以上のエネルギーを有するビーム、例えばX線や粒子線、宇宙線なども含む。

[0017] <第1実施形態>

図1～8を参照して、第1実施形態による放射線撮像装置の構成および動作について説明する。図1は、第1実施形態における放射線撮像装置210を用いた放射線撮像システム200の構成例を示す図である。放射線撮像システム200は、放射線から変換される光学像を電氣的に撮像し、放射線画像を生成するための電氣的な信号（放射線画像データ）を得るように構成される。放射線撮像システム200は、例えば、放射線撮像装置210、放射線源230、曝射制御部220およびコンピュータ240を含む。

[0018] 放射線源230は、曝射制御部220からの曝射指令（放射指令）に従って放射線の放射を開始する。放射線源230から放射された放射線は、不図

示の被検体を通して放射線撮像装置 210 に照射される。放射線源 230 はまた、曝射制御部 220 からの停止指令に従って放射線の放射を停止する。

[0019] 放射線撮像装置 210 は、撮像パネル 212 と、撮像パネル 212 を制御する制御部 214 とを含む。制御部 214 は、撮像パネル 212 から得られる信号に基づいて、放射線源 230 からの放射線の放射を停止させるための停止信号を発生する。停止信号は、曝射制御部 220 に供給され、曝射制御部 220 は、停止信号に応答して、放射線源 230 に対して停止指令を送る。制御部 214 は、例えば、FPGA (Field Programmable Gate Array の略。) などの PLD (Programmable Logic Device の略。)、又は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit の略。)、又は、プログラムが組み込まれた汎用コンピュータ、又は、これらの全部または一部の組み合わせによって構成されうる。

[0020] コンピュータ 240 は、放射線撮像装置 210 および曝射制御部 220 を制御する。また、コンピュータ 240 は、放射線撮像装置 210 から出力される放射線画像データを受信し、放射線画像データを処理する画像処理部 241 を含む。画像処理部 241 は、放射線画像データから放射線画像を生成しうる。

[0021] 曝射制御部 220 は、一例として曝射スイッチ (不図示) を有し、ユーザによって曝射スイッチがオンされると、曝射指令を放射線源 230 に送るほか、放射線の放射の開始を示す開始通知をコンピュータ 240 に送る。該開始通知を受けたコンピュータ 240 は、該開始通知に応答して、放射線の放射の開始を放射線撮像装置 210 の制御部 214 に通知する。

[0022] 図 2 には、撮像パネル 212 の構成例が示される。撮像パネル 212 は、画素アレイ 112 を備える。画素アレイ 112 は、放射線を検出するための 2 次元アレイ状に配された変換素子 S をそれぞれ含む複数の画素 P1X を備える。また、画素アレイ 112 は、変換素子 S で生成された信号を出力するための列方向 (図 2 の縦方向) に沿った複数の列信号線 Sig1 ~ Sig4

を有する。さらに、撮像パネル212は、画素アレイ112を駆動する駆動回路（行選択回路）114、および、画素アレイ112の列信号線S_{ig}に現れる信号を検出するための読出回路113を備える。図2に示す構成では、記載の簡単化のために、画素アレイ112は、4行×4列の画素P_{IX}で構成されているが、実際には、より多くの画素P_{IX}が配列されうる。一例において、撮像パネル212は、17インチの寸法を有し、約3000行×約3000列の画素P_{IX}を有しうる。

[0023] それぞれの画素P_{IX}は、放射線を検出するための変換素子Sと、変換素子Sと列信号線S_{ig}（複数の信号線S_{ig}のうち変換素子Cに対応する信号線S_{ig}）とを接続するスイッチTとを含む。それぞれの変換素子Sは、入射した放射線の量に対応する信号を列信号線S_{ig}に出力する。変換素子Sは、例えば、ガラス基板等の絶縁性基板上に配置されアモルファスシリコンを主材料とするMIS型フォトダイオードであってもよい。また、変換素子Sは、PIN型フォトダイオードであってもよい。本実施形態において、変換素子Sは、放射線をシンチレータで光に変換した後に、光を検出する間接型の素子として構成されうる。間接型の素子において、シンチレータは、複数の画素P_{IX}（複数の変換素子S）によって共有されうる。

[0024] スイッチTは、例えば、制御端子（ゲート）と2つの主端子（ソース、ドレイン）とを有する薄膜トランジスタ（TFT）などのトランジスタによって構成されうる。変換素子Sは、2つの主電極を有し、変換素子Sの一方の主電極は、スイッチTの2つの主端子のうちの一方に接続され、変換素子Sの他方の主電極は、共通のバイアス線B_sを介してバイアス電源103に接続されている。バイアス電源103は、バイアス電圧V_sを供給する。第1行に配されるそれぞれの画素P_{IX}のスイッチTの制御端子は、行方向（図2の横方向）に沿って配されたゲート線V_{g1}に接続される。同様に、第2～4行に配されるそれぞれの画素P_{IX}のスイッチSWの制御端子は、それぞれゲート線V_{g2}～V_{g4}に接続される。ゲート線V_{g1}～V_{g4}には、駆動回路114によってゲート信号が供給される。

- [0025] 第1列に配されるそれぞれの画素P₁Xは、スイッチTの変換素子Sと接続されない側の主端子が、第1列の列信号線S_{ig1}に接続される。同様に、第2～4列に配されるそれぞれの画素P₁Xは、スイッチTの変換素子Sと接続されない側の主端子が、それぞれ第2～4列の列信号線S_{ig2}～S_{ig4}に接続される。
- [0026] 読出回路113は、1つの列信号線S_{ig}に1つの列増幅部CAが対応するように複数の列増幅部CAを有する。それぞれの列増幅部CAは、積分増幅器105、可変増幅器104、サンプルホールド回路107、バッファ回路106を含みうる。積分増幅器105は、列信号線S_{ig}に現れた信号を増幅する。積分増幅器105は、演算増幅器と、演算増幅器の反転入力端子と出力端子との間に並列に接続された積分容量およびリセットスイッチとを含みうる。演算増幅器の非反転入力端子には、基準電位V_{ref}が供給される。リセットスイッチをオンさせることによって積分容量がリセットされるとともに、列信号線S_{ig}の電位が基準電位V_{ref}にリセットされる。リセットスイッチは、制御部214から供給されるリセットパルスRCによって制御されうる。
- [0027] 可変増幅器104は、積分増幅器105から出力された信号を設定された増幅率で増幅する。サンプルホールド回路107は、可変増幅器104から出力された信号をサンプルホールドする。サンプルホールド回路107は、サンプリングスイッチとサンプリング容量とによって構成されうる。バッファ回路106は、サンプルホールド回路107から出力された信号をバッファリング（インピーダンス変換）して出力する。サンプリングスイッチは、制御部214から供給されるサンプリングパルスによって制御されうる。
- [0028] また、読出回路113は、それぞれの列信号線S_{ig}に対応するように設けられた複数の列増幅部CAからの信号を所定の順序で選択して出力するマルチプレクサ108を含む。マルチプレクサ108は、例えば、シフトレジスタを含む。シフトレジスタは、制御部214から供給されるクロック信号CLKに従ってシフト動作を行い、シフトレジスタによって複数の列増幅部

C Aからの1つの信号が選択される。読出回路113は、さらに、マルチプレクサ108から出力される信号をバッファリング（インピーダンス変換）するバッファ109、および、バッファ109から出力される信号であるアナログ信号をデジタル信号に変換するAD変換器110を含みうる。AD変換器110の出力、即ち、放射線画像データは、コンピュータ240に転送される。

[0029] 本実施形態において、後述するように、基板の放射線を入射させるための入射面の側と、入射面とは反対の側の裏面と、の両方に、放射線を可視光に変換するシンチレータが、それぞれの面を覆うように配される。また、それぞれの画素P1Xに含まれる変換素子Sは、2種類の変換素子Sを含む。図2に示す構成において、変換素子S12、S14、S21、S23、S32、S34、S41、S43は、2つのシンチレータからの光を受光するように配される。以下において、変換素子Sのうち2つのシンチレータからの光を受光するこれらの変換素子を特定する場合、第1の変換素子901と呼ぶ。また、変換素子S11、S13、S22、S24、S31、S33、S42、S44には、一方のシンチレータと当該変換素子Sのそれぞれとの間に遮光層903が配される。これによって、変換素子S11、S13、S22、S24、S31、S33、S42、S44は、一方のシンチレータからの光が遮断され、他方のシンチレータからの光を受光するように配される。以下において、変換素子Sのうち片方のシンチレータからの光が遮断されるこれらの変換素子を特定する場合、第2の変換素子902と呼ぶ。遮光層903は、シンチレータで発光した光を遮る層であり、基板の入射面の側または裏面の側を覆うシンチレータの何れか一方と、第2の変換素子902との間を遮光すればよい。このとき、第2の変換素子902において、一方のシンチレータからの光が完全に遮断されなくてもよい。第1の変換素子901よりも一方のシンチレータから受光できる光の量が少なくなるように、基板の入射面の側または裏面の側を覆うシンチレータの何れか一方と、第2の変換素子902との間に遮光層903が配されればよい。

[0030] ここでは、基板の入射面の側に配されたシンチレータと第2の変換素子902との間に遮光層903が配されたとする。基板の入射面の側から入射した放射線のうち、エネルギーの低い成分は、基板の入射面の側を覆うシンチレータで吸収され、可視光に変換されて、それぞれの画素P1Xに入射する。第2の変換素子902は、基板の入射面の側が遮光されているため、基板の入射面の側で発光した光が入射しない。そのため、放射線のエネルギーの低い成分から変換された光は、第2の変換素子902に入射しない。一方、第1の変換素子901は、遮光層903が配されないため、放射線のエネルギーの低い成分から変換された光が入射する。

[0031] また、放射線のうち、基板の入射面の側に配されたシンチレータで吸収されなかったエネルギーの高い成分は、基板の裏面の側を覆うシンチレータで吸収され、可視光に変換される。第1の変換素子901および第2の変換素子902において、基板の裏面の側は遮光されていないため、放射線のうちエネルギーが高い成分から変換された光は、第1の変換素子901、第2の変換素子902の両方に入射する。

[0032] このように、第1の変換素子901において、放射線のうちエネルギーの高い成分およびエネルギーの低い成分に起因する信号、第2の変換素子902において、放射線のうちエネルギーの高い成分に起因する信号が、それぞれ取得できる。つまり、互いに隣接する画素P1Xで、異なる放射線エネルギーの情報を保持することができる。このように隣接する画素P1Xで、異なるエネルギー成分の放射線から取得される情報を保持することによって、後述する方法を用いてエネルギーサブトラクションを行うことができる。

[0033] 図3A、図3Bは、第1の変換素子901を有する画素P1XAと第2の変換素子902を有する画素P1XBおよび画素P1XCとの断面構造の一例が模式的に示される。ここでは、図面の上側から放射線を入射させるとして説明するが、図面の下側から放射線を入射させてもよい。図3A、図3Bにおいて、第1の変換素子901および第2の変換素子902が基板310と基板310の入射面の側に配されたシンチレータ904との間に配される

。図3Aでは、画素PIXBにおいて、遮光層903が、第2の変換素子902とシンチレータ904との間に配される場合が示されている。一方、図3Bでは、画素PIXCにおいて、遮光層903が、第2の変換素子902と基板310の入射面とは反対の裏面の側に配されたシンチレータ905との間に配される場合が示されている。

[0034] それぞれの画素PIXの変換素子Sは、シンチレータ904、905で発光した光を透過するガラス基板などの絶縁性を有する基板310の上に配される。それぞれ画素PIXは、基板310の上に、導電層311、絶縁層312、半導体層313、不純物半導体層314および導電層315を、この順番で含む。導電層311は、スイッチTを構成するトランジスタ（例えばTFET）のゲート電極を構成する。絶縁層312は、導電層311を覆うように配置され、半導体層313は、絶縁層312を介して導電層311のうちゲート電極を構成する部分の上に配されている。不純物半導体層314は、スイッチTを構成するトランジスタの2つの主端子（ソース、ドレイン）を構成するように半導体層313の上に配されている。導電層315は、スイッチTを構成するトランジスタの2つの主端子（ソース、ドレイン）にそれぞれ接続された配線パターンを構成している。導電層315の一部は、列信号線Sigを構成し、他の一部は、変換素子SとスイッチTとを接続するための配線パターンを構成する。

[0035] それぞれの画素PIXは、さらに、絶縁層312および導電層315を覆う層間絶縁膜316を含む。層間絶縁膜316には、導電層315のうちスイッチTを構成する部分と接続するためのコンタクトプラグ317が設けられている。また、それぞれの画素PIXは、層間絶縁膜316の上に配された変換素子Sを含む。図3A、図3Bに示される例では、変換素子Sは、シンチレータ904、905で放射線から変換された光を電気信号に変換する間接型の変換素子として構成されている。変換素子Sは、層間絶縁膜316の上に積層された導電層318、絶縁層319、半導体層320、不純物半導体層321、導電層322、電極層325を含む。変換素子Sの上には、

保護層 323 および接着層 324 が配される。シンチレータ 904 は、接着層 324 の上に、基板 310 の入射面の側を覆うように配される。また、シンチレータ 905 は、基板 310 の入射面とは反対の裏面の側を覆うように配される。

[0036] 導電層 318 は、それぞれ変換素子 S の下部電極を構成する。また、導電層 322 および電極層 325 は、それぞれの変換素子 S の上部電極を構成する。導電層 318、絶縁層 319、半導体層 320、不純物半導体層 321、および、導電層 322 は、変換素子 S として M I S 型センサを構成している。例えば、不純物半導体層 321 は、n 型の不純物半導体層で形成される。

[0037] シンチレータ 904、905 は、G O S（酸硫化ガドリニウム）や C s I（ヨウ化セシウム）などの材料を用いて構成されうる。これらの材料は、貼り合わせや印刷、蒸着などによって形成されうる。シンチレータ 904 とシンチレータ 905 とは、同じ材料を用いてもよいし、取得する放射線のエネルギーに応じて異なる材料を用いてもよい。

[0038] 本実施形態において、変換素子 S は、M I S 型のセンサを用いる例を示しているが、これに限定されることはない。変換素子 S は、例えば、p n 型や P I N 型のフォトダイオードであってもよい。

[0039] 次に、第 2 の変換素子 902 に配される、シンチレータ 904 またはシンチレータ 905 から入射する光を遮断するための遮光層 903 の配置について説明する。図 3 A に示す構成において、画素 P I X B の第 2 の変換素子 902 は、基板 310 の入射面の側からシンチレータ 904 に向かって下部電極を構成する導電層 318 と半導体層 320 と上部電極を構成する導電層 322 とをこの順番で含む。この上部電極を構成する導電層 322 が、遮光層 903 として機能する。具体的には、導電層 322 を A l、M o、C r、C u など、シンチレータ 904 で発せられる光に対して不透明な材料で形成することによって、導電層 322 が遮光層 903 として機能する。つまり、画素 P I X B の第 2 の変換素子 902 は、第 1 の変換素子 901 よりもシン

チレータ 904 から受光できる光の量が少なくなるように、シンチレータ 904 と第 2 の変換素子 902 との間に遮光層 903 が配される。また、画素 P I X B の第 2 の変換素子 902 は、画素 P I X A の第 1 の変換素子 901 と同様に、シンチレータ 905 からの光を受光するように配される。また、図 3 B に示す構成において、画素 P I X C の第 2 の変換素子 902 は、基板 310 の入射面の側からシンチレータ 904 に向かって下部電極を構成する導電層 318 と半導体層 320 と上部電極を構成する導電層 322、電極層 325 とをこの順番で含む。この下部電極を構成する導電層 318 が、遮光層 903 として機能する。具体的には、導電層 318 を A l、M o、C r、C u など、シンチレータ 905 で発せられる光に対して不透明な材料で形成することによって、導電層 322 が遮光層 903 として機能する。つまり、画素 P I X C の第 2 の変換素子 902 は、第 1 の変換素子 901 よりもシンチレータ 905 から受光できる光の量が少なくなるように、シンチレータ 905 と第 2 の変換素子 902 との間に遮光層 903 が配される。また、画素 P I X C の第 2 の変換素子 902 は、画素 P I X A の第 1 の変換素子 901 と同様に、シンチレータ 904 からの光を受光するように配される。

[0040] 一方、画素 P I X A の第 1 の変換素子 901 において、導電層 318 および電極層 325 には、ITO（酸化インジウムスズ）など、シンチレータ 904 で発せられる光に対して透明な材料が用いられる。これによって、隣接する画素 P I X A と画素 P I X B または画素 P I X C との間でエネルギー成分の異なる信号を取得することができる。

[0041] また、本実施形態において、画素 P I X B の導電層 322 および画素 P I X C の導電層 318 を単層構造とする例を示したが、これに限られることはない。例えば、画素 P I X B の導電層 322 および画素 P I X C の導電層 318 において、透明な材料と不透明な材料とを積層させてもよく、その場合、不透明な材料の面積で遮光量が決定する。また、本実施形態において、画素 P I X B の導電層 322 および画素 P I X C の導電層 318 を遮光層 903 として機能させたが、遮光層 903 の配置はこれに限られることはない。

例えば、画素P I X Bにおいて、保護層3 2 3の中にシンチレータ9 0 4から入射する光に対し、A l、M o、C r、C uなどを用いた専用の遮光層9 0 3を配してもよい。この場合、遮光層9 0 3の電位を一定の電位に固定して用いてもよい。

[0042] また、図3 Bに示す画素P I X Cのように、シンチレータ9 0 5からの光を遮断する場合、シンチレータ9 0 5からの光を受光する画素P I X AのスイッチTや列信号線S i gの位置を画素P I X Cの側に寄せて配してもよい。このような配置にすることによって、画素P I X Aにおいて、第1の変換素子9 0 1のシンチレータ9 0 5に対する開口率を上げることができる。

[0043] また、遮光層9 0 3は、上述のようにシンチレータ9 0 4またはシンチレータ9 0 5から第2の変換素子9 0 2への光を完全に遮光する必要はない。隣接する画素P I X Aと、画素P I X Bまたは画素P I X Cと、の間で、遮光層9 0 3が配される側のシンチレータ9 0 4またはシンチレータ9 0 5からの受光する量が異なるようにすれば、エネルギーサブトラクションは可能である。このような場合、画素P I X Aの第1の変換素子9 0 1が受光する光に対して何%の光が、画素P I X Bまたは画素P I X Cの第2の変換素子9 0 2に入射するかを事前に調べておき、第1の変換素子9 0 1の出力を基準に差分処理をすることによって補正できる。

[0044] 図3 A、図3 Bに示されるように、基板3 1 0の入射面に対する正射影において、列信号線S i gのそれぞれが、画素P I Xの一部と重なるように配される。このような構成は、それぞれの画素P I Xの変換素子Sの面積を大きくする点において有利であるが、一方、列信号線S i gと変換素子Sとの間の容量結合が大きくなるという点で不利である。変換素子Sに放射線が入射し、変換素子Sに電荷が蓄積されて下部電極である導電層3 1 8の電位が変化すると、列信号線S i gと変換素子Sとの間の容量結合によって列信号線S i gの電位が変化するクロストークが発生してしまう。図4の4 a、4 bは、このクロストークへの対応方法を示している。複数の変換素子Sのうち列方向と交差する行方向に並ぶ変換素子Sにおいて、含まれる遮光層9 0

3が配される第2の変換素子902を有する画素P1Xの数が、行ごとに同じになるように配置する。また、複数の変換素子Sのうち列方向に並ぶ変換素子Sにおいて、含まれる複数の第2の変換素子902を有する画素P1Xの数が、列ごとに同じになるように配置する。このように配置することによって、行、列単位でのクロストークによるアーチファクトの発生が抑制できる。

[0045] また、放射線撮像装置210が、放射線の照射開始を自動で検知する機能を有していてもよい。この場合、例えば、ゲート線VgをスイッチTがオン／オフするように動作させ、当該変換素子Sからの信号を読み出し、出力信号から放射線照射の有無を判定する。遮光層903を備える第2の変換素子902を有する画素P1Xの数が行ごとに異なる場合、行ごとに出力される信号量が変わり、検知精度がばらついてしまう。そのため、図4の4a、4bに示されるように、複数の変換素子Sのうち列方向と交差する行方向に並ぶ変換素子Sにおいて、含まれる遮光層903が配される第2の変換素子902を有する画素P1Xの数が、行ごとに同じになるように配置する。このような配置をすることによって、放射線の照射開始を自動で検知する検知精度が安定する。

[0046] また、図4の4bの画素P1Xの配置例は、図4の4aの画素P1Xの配置例に比べて、第2の変換素子902を有する画素P1Xの密度を減らしている。シンチレータ905からの光は、基板310を介して変換素子Sに入射するため、基板310の厚さによって光が拡散し、MTF (Modulation Transfer Function) が低下してしまう。このため、第2の変換素子902を有する画素P1Xの密度を減らしても実質的に解像力の低下が起こらない。つまり、第2の変換素子902が、2つのシンチレータのうち基板310を介して対向するシンチレータ905が発する光を受光する場合、第1の変換素子901を備える画素P1Xの数よりも、第2の変換素子902を備える画素P1Xの数の方が少なくてもよい。

[0047] また、シンチレータ905からの基板310を介した光の拡散を抑制しM

TFの低下を低減するために、機械研磨や化学研磨によって、基板310の厚さを薄くしてもよい。また、MTFの低下を低減するために、図3A、図3Bに示すように、シンチレータ905と基板310との間に、シンチレータで発せられた光に指向性を付与するルーバー層やマイクロレンズなどの散乱防止層326を設けてもよい。また、MTFの低下を低減するために、コンピュータ240の画像処理部241における画像処理で、鮮鋭化処理によって解像力を上げててもよい。また、シンチレータ904からの光による低エネルギー成分と、シンチレータ905からの光による高エネルギー成分とのMTFを合わせる方法として、解像力を上げる以外にも、解像力の高い方を低い方に合わせてMTFを低下させる。その後、エネルギーサブトラクション処理を行ってもよい。

[0048] 次いで、図5を参照しながら放射線撮像装置210および放射線撮像システム200の動作を説明する。ここでは、図2に示される、それぞれ変換素子Sを備える4行4列の画素PIXを含む撮像パネル212を有する放射線撮像装置210の動作を例に説明する。放射線撮像システム200の動作は、コンピュータ240によって制御される。放射線撮像装置210の動作は、コンピュータ240による制御の下で、制御部214によって制御される。

[0049] まず、放射線源230からの放射線の放射、換言すると、放射線撮像装置210への放射線の照射が開始されるまで、制御部214は、駆動回路114および読出回路113に空読みを実施させる。空読みは、駆動回路114が画素アレイ112のそれぞれの行のゲート線Vg1～Vg4に供給されるゲート信号を順にアクティブレベルに駆動し、変換素子Sに蓄積されているダーク電荷をリセットするものである。ここで、空読みの際、積分増幅器105のリセットスイッチには、アクティブレベルのリセットパルスが供給され、列信号線Sigが基準電位にリセットされる。ダーク電荷とは、変換素子Sに放射線が入射しないにも関わらず発生する電荷である。

[0050] 制御部214は、例えば、曝射制御部220からコンピュータ240を介

して供給される開始通知に基づいて、放射線源 230 からの放射線の放射の開始を認識することができる。また、図 1 に示すように、放射線撮像装置 210 に画素アレイ 112 のバイアス線 B s または列信号線 S i g などを通る電流を検出する検出回路 216 が設けられてもよい。制御部 214 は、検出回路 216 の出力に基づいて放射線源 230 からの放射線の照射の開始を認識することができる。

[0051] 放射線が照射されると、制御部 214 は、スイッチ T を開かれた状態（オフ状態）に制御する。これによって、放射線の照射によって変換素子 S に発生した電荷が蓄積される。放射線の照射が終了まで、制御部 214 は、この状態で待機する。

[0052] 次に、制御部 214 は、駆動回路 114 および読出回路 113 に本読みを実行させる。本読みでは、駆動回路 114 が、画素アレイ 112 のそれぞれの行のゲート線 V g 1 ~ V g 4 に供給されるゲート信号をアクティブレベルに駆動する。そして、読出回路 113 は、列信号線 S i g を介して変換素子 S に蓄積されている電荷を読み出し、マルチプレクサ 108、バッファ 109 および A/D 変換器 110 を通して放射線画像データとしてコンピュータ 240 に出力する。

[0053] 次にオフセット画像データの取得について説明する。変換素子 S は、放射線を照射しない状態においても、ダーク電荷が溜まり続ける。このため、制御部 214 は、放射線を照射せずに放射線画像データを取得する際と同様の動作を行うことによって、オフセット画像データを取得する。放射線画像データからオフセット画像データを引き算することで、ダーク電荷によるオフセット成分が除去できる。

[0054] 次に、図 6 を用いて動画を撮像するための駆動について説明する。動画を撮像する場合、高速に読み出すため、同時に複数のゲート線 V g をアクティブレベルに駆動する。このとき、第 1 の変換素子 901 を備える画素 P i X と第 2 の変換素子 902 を有する画素 P i X との信号を 1 つの列信号配線 S i g に出力してしまうと、エネルギー成分を分離できなくなってしまう。その

ため、図6に示すように、ゲート線V_{g1}とゲート線V_{g3}とに供給されるゲート信号を同時にアクティブレベルにすることによって、第1の変換素子901である変換素子S₁₂と変換素子S₃₂との信号が列信号線S_{ig2}に出力される。同時に、第2の変換素子902である変換素子S₁₁と変換素子S₃₁との信号が列信号線S_{ig1}へ出力される。第1の変換素子901と第2の変換素子902との信号を、それぞれ異なる列信号線S_{ig}に出力することによって、エネルギーサブトラクション処理ができる。

[0055] 次に、本実施形態における画像処理フローについて、図7A, 7Bを用いて説明する。まず、ステップS701において、制御部214は、上述の空読みを行った後、放射線画像データを取得するために、放射線の照射中に変換素子Sで生成される電荷を蓄積するように制御する。次いで、制御部214は、ステップS702において、駆動回路114および読出回路113に本読みを実行させ、放射線画像データを読み出す。このステップS702で、放射線画像データがコンピュータ240に出力される。次いで、制御部214は、ステップS703においてオフセット画像データを取得するための蓄積動作を行い、ステップS704において、オフセット画像データを駆動回路114および読出回路113に読み出させ、コンピュータ240に出力させる。

[0056] 画像処理部241は、ステップS705以降に示される処理を実行する。画像処理部241を有するコンピュータ240は、異なる複数の放射線エネルギーにより得られた複数の放射線画像を用いて被写体を画像化する画像処理装置の一例である。まず、ステップS705において、コンピュータ240の画像処理部241は、ステップS702で取得した放射線画像データを、ステップS704で取得したオフセット画像データで引き算することによってオフセット補正を行う。

[0057] 画像処理部241は、次に、ステップS706において、オフセット補正後の放射線画像データを、第1の変換素子901から出力される放射線画像データと、第2の変換素子902から出力される放射線画像データに分離す

る。ここでは、第2の変換素子902は、図3Aの構成において、図中の上から放射線が入射し、シンチレータ904からの光が遮光され、シンチレータ905からの高エネルギーの放射線によって生じる光を受光するものとして説明する。また、第1の変換素子901から出力された放射線画像データを両面入射画像、第2の変換素子902から出力された放射線画像データを片面入射画像とそれぞれ表記する。

[0058] 画像処理部241は、次いで、ステップS707において、被写体が無い状態で放射線野照射を行って撮像したゲイン補正用画像データを用いて、両面入射画像のゲイン補正を行う。また、画像処理部241は、ステップS711において、ゲイン補正用画像データを用いて、片面入射画像のゲイン補正を行う。

[0059] ゲイン補正を行った後、画像処理部241は、ステップS708において、第1の変換素子901を含まない画素P1X、換言すると第2の変換素子902を有する画素P1Xの両面入射画像の欠落を補うための画素補間を行う。同様に画像処理部241は、ステップS712において、第2の変換素子902を含まない画素P1X、換言すると第1の変換素子901を有する画素P1Xの片面入射画像の欠落を補うための画素補間を行う。これらのステップS708、S712での画素補間について、図8の8a、8bを用いて説明する。ここでは、図4の4bに示される、第1の変換素子901を備える画素P1Xの方が、第2の変換素子902を備える画素P1Xよりも多い場合の配置を例に説明する。

[0060] まず、図8の8aを用いて、両面入射画像の画素補間について説明する。片面入射画像を出力する第2の変換素子902を有する画素Eの両面入射画像における値は、画素Eに隣接し、両面入射画像の画素値を出力する第1の変換素子901を有する画素A、B、C、D、F、G、H、Iの画素値を用いて補間する。例えば、画像処理部241は、両面入射画像における画素Eに隣接する8画素の平均値を用いて、両面入射画像における画素Eの値を補間してもよい。また例えば、画像処理部241は、画素B、D、F、Hのよ

うに、両面入射画像において隣接する一部の画素の平均値を用いて、両面入射画像における画素Eの値を補間してもよい。ステップS708において、画素補間を行うことによって、それぞれの画素P1Xの放射線の高エネルギー成分および低エネルギー成分によって生成された放射線画像データが生成される。

[0061] 次に、図8の8bを用いて、片面入射画像における画素補間について説明する。両面入射画像の画素値を出力する第1の変換素子901を有する画素Jは、画素Jに隣接し、片面入射画像の画素値を出力する第2の変換素子902を有する画素K、L、M、Nの画素値を用いて補間する。例えば、画像処理部241は、画素Jに隣接する4画素の片面画像データの平均値を用いて、画素Jの片面画像データを補間してもよい。この場合、例えば、画素Jの配される位置から画素Kまでの距離と画素Nまでの距離とは異なる。そのため、距離に応じて、それぞれ画素K、L、M、Nから出力される片面入射画像の画素値に対して重みづけをして平均化してもよい。ステップS712において画素補間を行うことによって、それぞれの画素P1Xの放射線の高エネルギー成分によって生成された放射線画像データ（以下、高エネルギー画像）が生成される。

[0062] 次いで、画像処理部241は、ステップS709において、放射線の低エネルギー成分による放射線画像データ（以下、低エネルギー画像）を生成する。上述のように、第2の変換素子902の放射線が入射する側に遮光層903を設けた場合、片面入射画像を補間することで高エネルギー画像が得られる。また、ステップS708で画素補間により生成される両面入射画像は、高エネルギーと低エネルギーの両方の成分を有する放射線画像となる。このため、ステップS708で画素補間された放射線画像から、ステップS712で画素補間により取得された高エネルギー画像を引き算することによって、低エネルギー画像を生成することができる。こうして、画像処理部241は、高エネルギー画像と低エネルギー画像を取得する。

[0063] なお、上記では第2の変換素子902の放射線が入射する側に遮光層90

3を設けたが、第2の変換素子902の放射線が入射する側と反対側に遮光層903を設けることも考えられる。その場合、片面入射画像は、低エネルギー成分による放射線画像データとなり、画素補間された両面入射画像から画素補間された片面入射画像を引き算することによって、高エネルギー成分の放射線画像データ（高エネルギー画像）を生成することができる。しかしながら、高エネルギー成分による放射線画像は、放射線の入射する側のシンチレータ904で吸収しきれなかった放射線の成分のため、シンチレータ905からの光量は、シンチレータ904からの光量よりも少ない。そのため、両面入射画像から片面入射画像を減算して高エネルギー画像を生成すると、低エネルギー成分の放射線画像のノイズが、高エネルギー成分の放射線画像に乗ってしまう。結果として、高エネルギー成分の放射線画像のS/N比が低くなってしまう。このため、上述の本実施形態に示すように、第2の変換素子902の放射線が入射する側を遮光し、両面画像データを高エネルギー成分+低エネルギー成分、片面画像データを高エネルギー成分の画像データとする。そして、両面画像データから片面画像データを減算し、低エネルギー画像を生成する方が、S/N比が向上する。

[0064] 次に、画像処理部241は、ステップS710において、ステップS709で生成した低エネルギー画像の空間周波数特性（MTF：Modulation Transfer Function）を補正（MTF補正）する。また、ステップS713において、ステップS712で得られた高エネルギー画像の空間周波数特性を補正（MTF補正）する。なお、画像処理部241は、高エネルギー画像（第1の放射線画像）の空間周波数特性と低エネルギー画像（第2の放射線画像）の空間周波数特性とが近づくように、高エネルギー画像と低エネルギー画像の少なくとも一方の空間周波数特性を変更する。したがって、ステップS710とステップS713のMTF補正は、必ずしも両方が実行される必要はない。以上のようなMTF補正を行う画像処理部241は、異なる複数の放射線エネルギーにより得られた複数の放射線画像の空間周波数特性が互いに近づくように、複数の放射線画像の少なくとも1つについて空間周波数を変更する変更部の

一例である。

[0065] 次に、ステップS 7 1 4において、画像処理部2 4 1は、M F T補正後の高エネルギー画像と低エネルギー画像を用いて、エネルギーサブトラクション画像および／またはスペクトラルイメージング画像を生成する。エネルギーサブトラクション画像およびスペクトラルイメージング画像の生成には周知の方法を用いることができる。ステップS 7 1 4の処理を行う画像処理部2 4 1は、上述した変更部による変更後の、複数の放射線画像を用いて被写体に関する画像を生成する処理部の一例である。なお、画像処理部2 4 1は、ステップS 7 1 5において第1の変換素子9 0 1からそれぞれ出力された両面画像データに基づいて通常の放射線画像を生成してもよい。第1の変換素子9 0 1は、放射線の入射する側のシンチレータ9 0 4からの光と、放射線が入射する側と反対側のシンチレータ9 0 5からの光とを受光する。これによって、一方のシンチレータで発光する光のみを受光する場合よりも、通常の放射線画像において、高いS / N比を得ることができる。

[0066] 次に、ステップS 7 1 0とステップS 7 1 3による、放射線画像の空間周波数特性を変更する処理の例について説明する。まず、被写体の撮像前に高エネルギー画像と低エネルギー画像それぞれの空間周波数特性を計測しておく。空間周波数特性を算出する方法としてスリット法、チャート法、エッジ法等が提案されているが、本提案ではいかなる方法が用いられてもよい。

[0067] 図9は、高エネルギー画像の空間周波数特性と低エネルギー画像の空間周波数特性の傾向を示すグラフである。低エネルギー画像の空間周波数特性5 0 1は周波数が高くなっても信号値を維持する傾向があるが、高エネルギー画像の空間周波数特性5 0 2は高周波成分が維持されない傾向がある。これは、例えば、シンチレータ9 0 4とシンチレータ9 0 5の間に設けられた層内で蛍光が散乱するためである。本実施形態では、変更部として機能する画像処理部2 4 1が、複数の放射線エネルギーのうちの1つの放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性に、複数の放射線エネルギーのうちの他の放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性を近づけるようにあらかじめ設定さ

れた処理を、他の放射線エネルギーで得られた放射線画像に適用する。以下、変更部の処理についてより具体的に説明する。

[0068] 第1実施形態の画像処理部241は、複数の放射線エネルギーのうちの最も低い放射線エネルギーにより得られる放射線画像の空間周波数特性に、他の放射線エネルギーにより得られる放射線画像の空間周波数と構成を近似させる。すなわち、画像処理部241は、最も低い放射線エネルギーについてあらかじめ計測された第1の空間周波数特性に、他の放射線エネルギーについてあらかじめ計測した空間周波数特性を近似させるように設定された処理を、当該他の放射線エネルギーで得られた放射線画像に適用する。

[0069] 例えば、画像処理部241は、低エネルギー画像の高い空間周波数特性501に高エネルギー画像の低い空間周波数特性502を近似させる。この場合、ステップS710はスキップする。事前に求めた低エネルギー画像と高エネルギー画像の空間周波数特性より、適切なフィルタを設計しておく。またはガウス分布等の既存の関数を用いてフィルタを設計しても良い。ステップS713において、画像処理部241は、作成したフィルタを用いて高エネルギー画像に畳み込み演算を行い、高エネルギー画像の空間周波数特性を変更する。ステップS710はスキップされる。

[0070] なお、高エネルギー画像は低エネルギー画像に比べて高周波成分がほとんど残っていないことが予測され、高周波成分の上昇に伴い高周波ノイズの上昇が予測されるため、これを考慮した適切なフィルタ設計が必要である。また、低エネルギー画像と高エネルギー画像とでは放射線エネルギーの違いにより画像のコントラストが異なるため、同一の空間周波数特性に補正することは難しい。そのため、画像処理部241は、1つの放射線エネルギーにより得られた放射線画像の空間周波数特性に関して設定されたマージンの範囲に、他の放射線エネルギーで得られた放射線画像の空間周波数特性が入るように、他の放射線エネルギーで得られた放射線画像を処理する。例えば、図10に示すように、高エネルギー画像の空間周波数特性502を変更する際には目的とする低エネルギー画像の空間周波数特性501に公差を設定し、各空間周波数でマージ

ン 5 0 3 を持たせる。また、このマージン 5 0 3 は特に高周波側でノイズの強調を抑えるため、所定の空間周波数を境にマージン 5 0 4 に切り替え、低値側に広く取るようにしてもよい。例えば、マージン 5 0 3 として ± 0.05 以下を設定し、高周波側では、マージン 5 0 4 として低値側に -0.1 以下を設定する。

[0071] こうして、高エネルギー画像の空間周波数特性を変更する処理は、高い放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性と低い放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性との差が各周波数で ± 0.05 以内になるように設定される。また、この処理は、所定の空間周波数より高い領域において、高い放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性と低い放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性との差が -0.2 以内になるように設定される。この手法により高エネルギー画像と低エネルギー画像の空間周波数を同等とすることができる。なお、図 10 では、マージン 5 0 3 とマージン 5 0 4 を切り替えるようにしているが、空間周波数が低くなるにつれてマージンが連続的に大きくなるようにしてもよい。

[0072] ステップ S 7 1 3 において、画像処理部 2 4 1 は、ステップ S 7 1 2 で取得された高エネルギー画像を以上のようにして生成されたフィルタを用いて処理することにより、高エネルギー画像の空間周波数特性を低エネルギー画像の空間周波数特性に近づける。ステップ S 7 1 4 では、空間周波数が近づけられた高エネルギー画像と低エネルギー画像を用いてエネルギーサブトラクション画像および／またはスペクトラルイメージング画像が生成されるため、これら画像の画質が向上する。

[0073] <第 2 実施形態>

第 1 実施形態では、高エネルギー画像について MTF 補正を行うことで、高エネルギー画像と低エネルギー画像の空間周波数特性を近づけた。すなわち、複数の放射線エネルギーのうちの最も低い放射線エネルギーにより得られた放射線画像の空間周波数特性に近づくように、他の放射線エネルギーで得られた放射線画像を処理する構成を説明した。第 2 実施形態では、低エネルギー画像を M

TF補正する例を説明する。すなわち、第2実施形態では、複数の放射線エネルギーのうちの最も高い放射線エネルギーにより得られた放射線画像の空間周波数特性に近づくように、他の放射線エネルギーで得られた放射線画像を処理する。なお、第2実施形態の放射線撮像システム、放射線撮像装置の構成および動作は、第1実施形態（図1～図8）と同様である。但し、第2実施形態では、ステップS710における低エネルギー画像のMTF補正が実行され、ステップS713における高エネルギー画像のMTF補正はスキップされる。

[0074] ステップS710において、画像処理部241は、高エネルギー画像の空間周波数特性502に低エネルギー画像の空間周波数特性501を近似させる。事前に求めた低エネルギー画像と高エネルギー画像の空間周波数特性により、適切なフィルタがあらかじめ設計される。またはガウス分布等の既存の関数を用いてフィルタがあらかじめ設計されても良い。ステップS710において、画像処理部241は、あらかじめ作成されたフィルタを用いて低エネルギー画像について畳み込み演算を行い、低エネルギー画像の空間周波数特性501を変更する。

[0075] この変更により、高エネルギー画像は低エネルギー画像に比べ高周波成分がほとんど残っていないことが予測され、当該演算により低エネルギー画像の高周波成分のほとんどが失われることになる。しかし高周波ノイズは抑えられ、その後の処理で安定した出力が期待できる。また、低エネルギー画像と高エネルギー画像とでは放射線エネルギーの違いにより画像のコントラストが異なるため、同一の空間周波数特性に補正することは難しい。そのため図11に示すように低エネルギー画像の空間周波数特性501を変更する際に、目的とする高エネルギー画像の空間周波数特性502の曲線に公差を設定し、各空間周波数でマージン503を持たせる。マージンは例えば±0.05以下とする。

[0076] ステップS710において、画像処理部241は、ステップS709で生成された低エネルギー画像を以上のようにして生成されたフィルタを用いて処理することにより、低エネルギー画像の空間周波数特性を高エネルギー画像の空

間周波数特性に近づける。ステップS 7 1 4では、空間周波数が近づけられた高エネルギー画像と低エネルギー画像を用いてエネルギーサブトラクション画像および／またはスペクトラルイメージング画像が生成されるため、これら画像の画質が向上する。

[0077] <第3実施形態>

第1実施形態、第2実施形態では、高エネルギー画像の空間周波数特性と低エネルギー画像の周波数特性の一方を他方に近似することを行った。第3実施形態では、複数の放射線エネルギーにより得られた複数の放射線画像のそれぞれの空間周波数特性が、あらかじめ設定された空間周波数特性に近づくように、複数の放射線画像を処理する。一例として、第3実施形態では、目的とする臓器の診断に必要な空間周波数特性をモデル化した空間周波数特性を設定し、当該特性に高エネルギー画像の空間周波数特性と低エネルギー画像の空間周波数特性を近似させる。なお、第3実施形態の放射線撮像システム、放射線撮像装置の構成および動作は、第1実施形態（図1～図8）と同様である。但し、第3実施形態では、ステップS 7 1 0における低エネルギー画像のMTF補正と、ステップS 7 1 3における高エネルギー画像のMTF補正が実行される。

[0078] 第3実施形態による空間周波数特性の変更は、複数の放射線エネルギーのそれぞれについてあらかじめ計測した空間周波数特性を、あらかじめ設定された空間周波数特性に近似させる処理を設定し、設定された処理を複数の放射線画像に適用する。以下、より具体的な例により説明する。第3実施形態では、高エネルギー画像と低エネルギー画像のそれぞれの空間周波数特性から空間周波数特性の変換用のフィルタを設計しておく。なお、ガウス分布等の既存の関数を用いてフィルタが設計されても良い。本実施形態では、図12に示されるように、低エネルギー画像の空間周波数特性501を任意の空間周波数特性505に近づける第1のフィルタと、高エネルギー画像の空間周波数特性502を空間周波数特性505に近づける第2のフィルタが設計される。空間周波数特性505は、例えば、目的とする臓器の診断に必要な空間周波数

特性をモデル化した空間周波数特性である。第1のフィルタを用いて低エネルギー画像に畳み込み演算を行い、第2のフィルタを用いて高エネルギー画像に畳み込み演算を行うことで、低エネルギー画像の空間周波数特性501と高エネルギー画像の空間周波数特性502は、空間周波数特性505に近づくように変更される。

[0079] また、低エネルギー画像と高エネルギー画像とでは放射線エネルギーの違いにより画像のコントラストが異なるため、同一の空間周波数特性に補正することは難しい。そのため図12に示すように目的とする空間周波数特性505に公差を設定し、各空間周波数でマージン503を持たせる。マージンは、例えば±0.05以下とする。

[0080] ステップS710において、画像処理部241は、ステップS709で生成された低エネルギー画像を以上のようにして生成された第1のフィルタを用いて処理することにより、低エネルギー画像の空間周波数特性501を空間周波数特性505に近づける。ステップS713において、画像処理部241は、ステップS712で取得された高エネルギー画像を以上のようにして生成された第2のフィルタを用いて処理することにより、高エネルギー画像の空間周波数特性502を空間周波数特性505に近づける。こうして、低エネルギー画像と高エネルギー画像の空間周波数特性が互いに近似される。ステップS714では、空間周波数が近似された高エネルギー画像と低エネルギー画像を用いてエネルギーサブトラクション画像および／またはスペクトラルイメージング画像が生成されるため、これら画像の画質が向上する。

[0081] なお、上記では空間周波数特性305を、目的とする臓器の診断に必要な空間周波数をモデル化して設定したが、これに限られるものではない。例えば、空間周波数特性が次のように設定されてもよい。すなわち、複数の放射線エネルギーのうち最も低い放射線エネルギー（または最も高い放射線エネルギー）について計測された空間周波数特性が閾値以下になる空間周波数において0となり、当該空間周波数よりも低い周波数の領域において、空間周波数特性がなだらかに0から1に変化するように、空間周波数特性が設定されても

よい。

[0082] 例えば、図13に示すように、高エネルギー画像の空間周波数特性502に閾値510を設定する。そして、空間周波数特性502の値が閾値510となる空間周波数で0となり、当該空間周波数より低い空間周波数領域で0から1へなだらかにつながる空間周波数特性507を目標とする空間周波数特性に設定してもよい。同様に、低エネルギー画像の空間周波数特性501に閾値510を設定し、空間周波数特性501の値が閾値510となる空間周波数で0となり、当該空間周波数より低い空間周波数領域で0から1へなだらかにつながる空間周波数特性506を目標とする空間周波数特性に設定してもよい。なお、閾値510として0.1が用いられているがこれに限られるものではない。但し、閾値510は0.2以下であることが好ましい。

[0083] <変形例>

なお、上述した各実施形態では、放射線エネルギーの異なる2つの放射線画像を用いる構成について具体例を記載したが、3つ以上の放射線画像を用いて画像を生成する構成にも適用可能であることは上述したとおりである。その場合、第1実施形態では、例えば、複数の放射線エネルギーのうち最も低い放射線エネルギーで撮像された放射線画像の空間周波数特性に他の放射線エネルギーで撮像された放射線画像の空間周波数特性を近似させることになる。また、第2実施形態では、例えば、複数の放射線エネルギーのうち最も高い放射線エネルギーで撮像された放射線画像の空間周波数特性に他の放射線エネルギーで撮像された放射線画像の空間周波数特性を近似させることになる。なお、近似の目標とする空間周波数特性は、最も高いまたは最も低い放射線エネルギーの画像に限られるものではない。複数の放射線エネルギーのうちの1つで撮像された放射線画像の空間周波数特性に他の放射線エネルギーで撮像された放射線画像の空間周波数特性を近似させるようにしてもよい。

[0084] また、第3実施形態では、複数の放射線エネルギーにより撮像された放射線画像の複数の空間周波数特性を、あらかじめ設定された、目標とする空間周波数特性に近似させることになる。或いは、複数の放射線エネルギーにより撮

像された放射線画像の複数の空間周波数特性のうちの1つについて、空間周波数特性が閾値となる空間周波数で0となり、当該空間周波数より低い空間周波数の領域で0から1へなだらかにつながる空間周波数特性を目標とする空間周波数に設定するようにしてもよい。

[0085] <他の実施形態>

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。

[0086] 発明は上記実施形態に制限されるものではなく、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、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

[0087] 本願は、2019年1月9日提出の日本国特許出願特願2019-002140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] 異なる複数の放射線エネルギーにより得られた複数の放射線画像の空間周波数特性が互いに近づくように、前記複数の放射線画像の少なくとも1つについて空間周波数特性を変更する変更手段と、
- 該変更後の前記複数の放射線画像を用いて被写体に関する画像を生成する処理手段と、を備え、
- 前記変更手段は、前記複数の放射線エネルギーのうちの1つの放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性に、前記複数の放射線エネルギーのうちの他の放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性を近づけるようにあらかじめ設定された処理を、前記他の放射線エネルギーで得られた放射線画像に適用することを特徴とする画像処理装置。
- [請求項2] 前記変更手段は、前記1つの放射線エネルギーにより得られた放射線画像の空間周波数特性に関して設定されたマージンの範囲に、前記他の放射線エネルギーで得られた放射線画像の空間周波数特性が入るように、前記他の放射線エネルギーで得られた放射線画像を処理することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記1つの放射線エネルギーは、前記複数の放射線エネルギーのうちの最も低い放射線エネルギーであることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記変更手段は、前記最も低い放射線エネルギーについてあらかじめ計測された第1の空間周波数特性に、前記他の放射線エネルギーについてあらかじめ計測した空間周波数特性を近似させるように設定された処理を、前記他の放射線エネルギーで得られた放射線画像に適用することを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記変更手段における前記処理は、前記他の放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性と前記第1の空間周波数特性との差が各周波数で ± 0.05 以内になるように設定されていることを特徴とする

る請求項4に記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記変更手段における前記処理は、所定の空間周波数より高い領域において、前記他の放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性と前記第1の空間周波数特性との差が -0.2 以内になるように設定されていることを特徴とする請求項5に記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記1つの放射線エネルギーは、前記複数の放射線エネルギーのうちの最も高い放射線エネルギーであることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記変更手段は、前記最も高い放射線エネルギーについてあらかじめ計測された第1の空間周波数特性に、前記他の放射線エネルギーについてあらかじめ計測された空間周波数特性を近似させるように設定された処理を、前記他の放射線エネルギーで得られた放射線画像に適用することを特徴とする請求項7に記載の画像処理装置。

[請求項9] 前記変更手段における前記処理は、前記他の放射線エネルギーで得られた画像の空間周波数特性と前記第1の空間周波数特性との差が各周波数で ± 0.05 以内になるように設定されていることを特徴とする請求項8に記載の画像処理装置。

[請求項10] 異なる複数の放射線エネルギーにより得られた複数の放射線画像の空間周波数特性が互いに近づくように、前記複数の放射線画像の少なくとも1つについて空間周波数特性を変更する変更手段と、

該変更後の前記複数の放射線画像を用いて被写体に関する画像を生成する処理手段と、を備え、

前記変更手段は、前記複数の放射線エネルギーにより得られた複数の放射線画像のそれぞれの空間周波数特性が、あらかじめ設定された空間周波数特性に近づくように、前記複数の放射線画像を処理することを特徴とする画像処理装置。

[請求項11] 前記変更手段は、前記複数の放射線エネルギーのそれぞれについてあらかじめ計測した空間周波数特性を、前記あらかじめ設定された空間

周波数特性に近似させる処理を設定し、前記設定された処理を前記複数の放射線画像に適用することを特徴とする請求項 10 に記載の画像処理装置。

[請求項12] 前記あらかじめ設定された空間周波数特性は、前記複数の放射線エネルギーのうち最も低い放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性が閾値以下になる空間周波数において 0 となり、当該空間周波数よりも低い周波数の領域において、空間周波数特性がなだらかに 0 から 1 へ変化するように設定されていることを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理装置。

[請求項13] 前記あらかじめ設定された空間周波数特性は、前記複数の放射線エネルギーのうち最も高い放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性が閾値以下になる空間周波数において 0 となり、当該空間周波数よりも低い周波数の領域において、空間周波数特性がなだらかに 0 から 1 へ変化するように設定されていることを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理装置。

[請求項14] 前記変更手段は、放射線画像にフィルタを適用する処理により空間周波数特性を変更することを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項15] 異なる複数の放射線エネルギーにより得られた複数の放射線画像の空間周波数特性が互いに近づくように、前記複数の放射線画像の少なくとも 1 つについて空間周波数特性を変更する変更工程と、

該変更後の前記複数の放射線画像を用いて被写体に関する画像を生成する処理工程と、を備え、

前記変更工程では、前記複数の放射線エネルギーのうちの 1 つの放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性に、前記複数の放射線エネルギーのうちの他の放射線エネルギーについて計測された空間周波数特性を近づけるようにあらかじめ設定された処理を、前記他の放射線エネルギーで得られた放射線画像に適用することを特徴とする画像処理

方法。

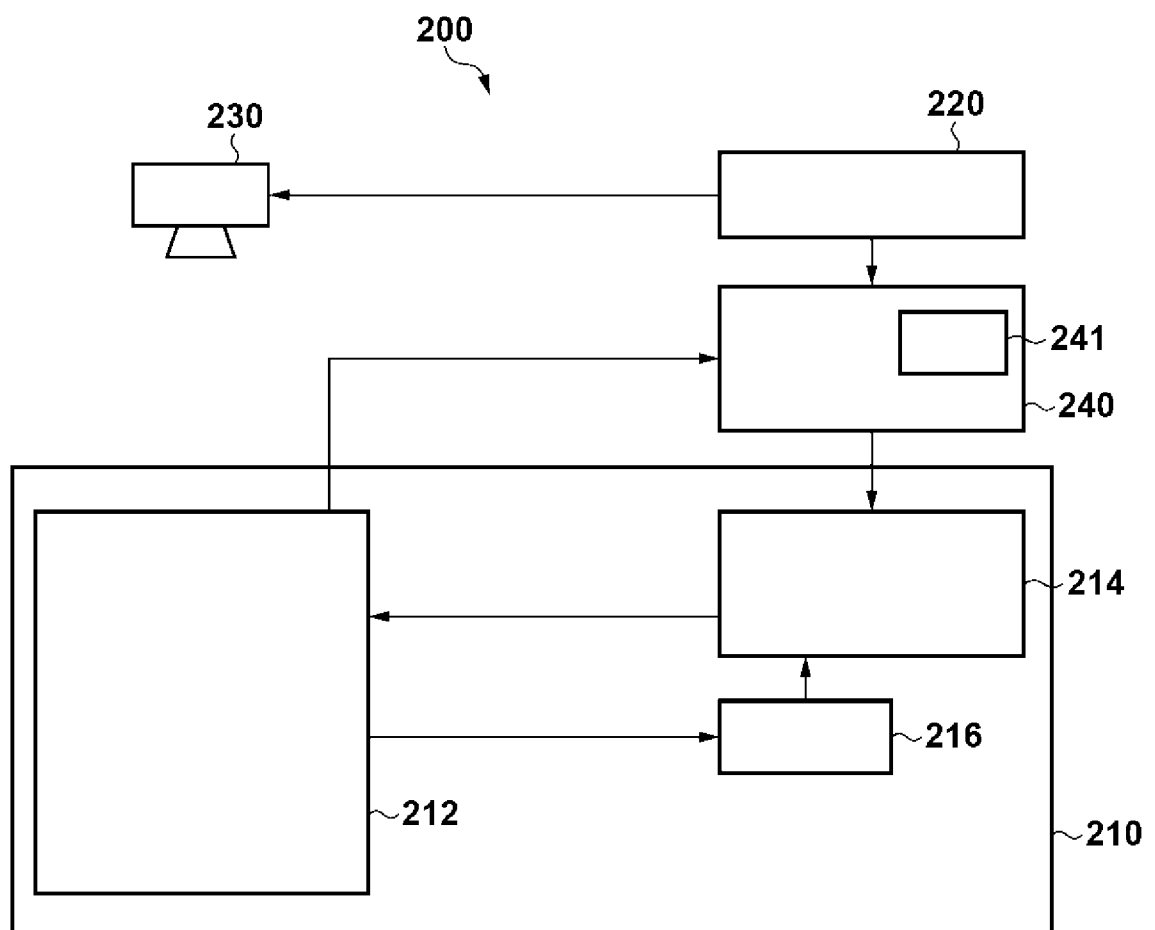
[請求項16] 異なる複数の放射線エネルギーにより得られた複数の放射線画像の空間周波数特性が互いに近づくように、前記複数の放射線画像の少なくとも1つについて空間周波数特性を変更する変更工程と、

該変更後の前記複数の放射線画像を用いて被写体に関する画像を生成する処理工程と、を備え、

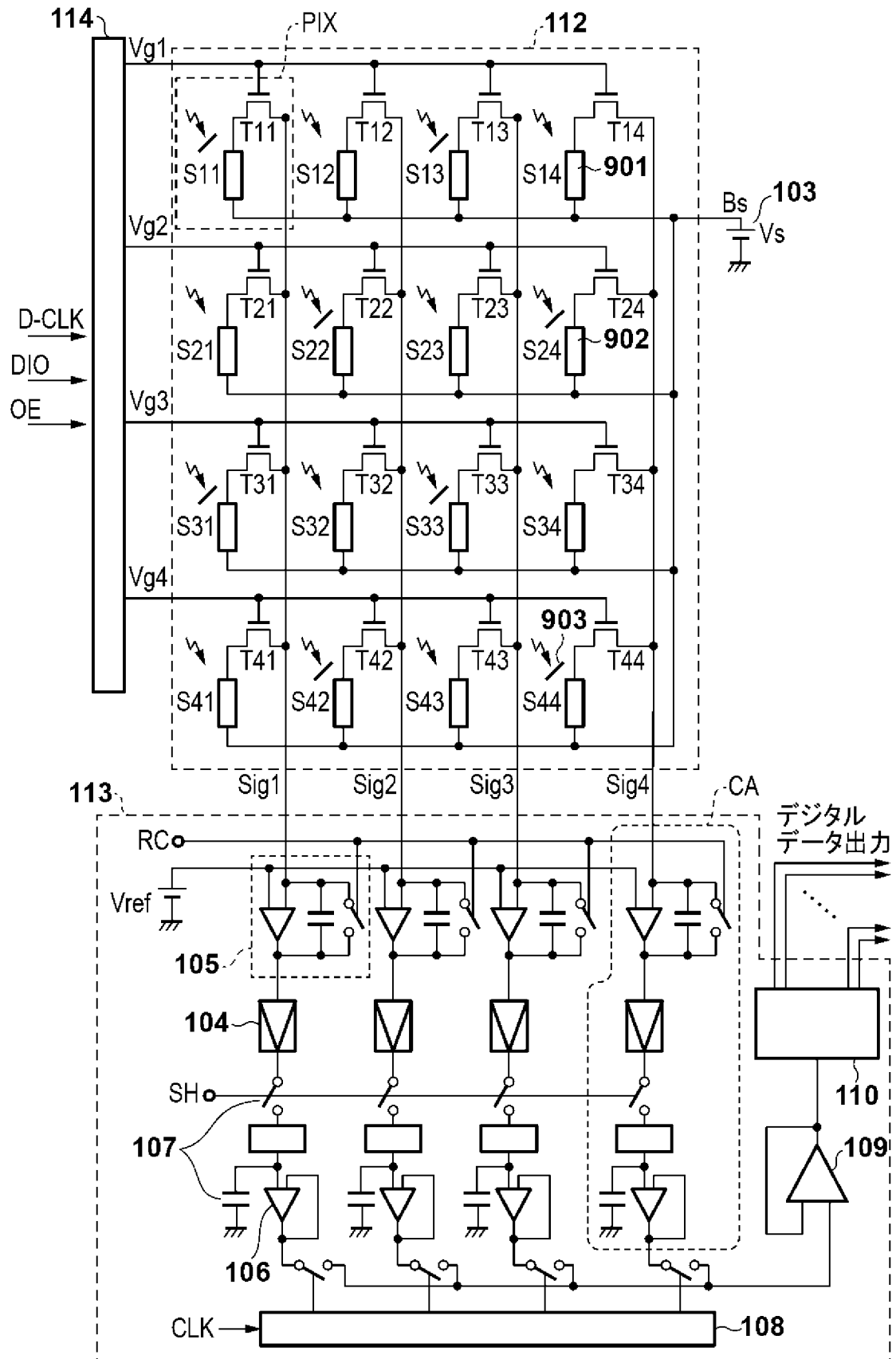
前記変更工程では、前記複数の放射線エネルギーにより得られた複数の放射線画像のそれぞれの空間周波数特性が、あらかじめ設定された空間周波数特性に近づくように、前記複数の放射線画像を処理することを特徴とする画像処理方法。

[請求項17] コンピュータを、請求項1乃至14のいずれか1項に記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

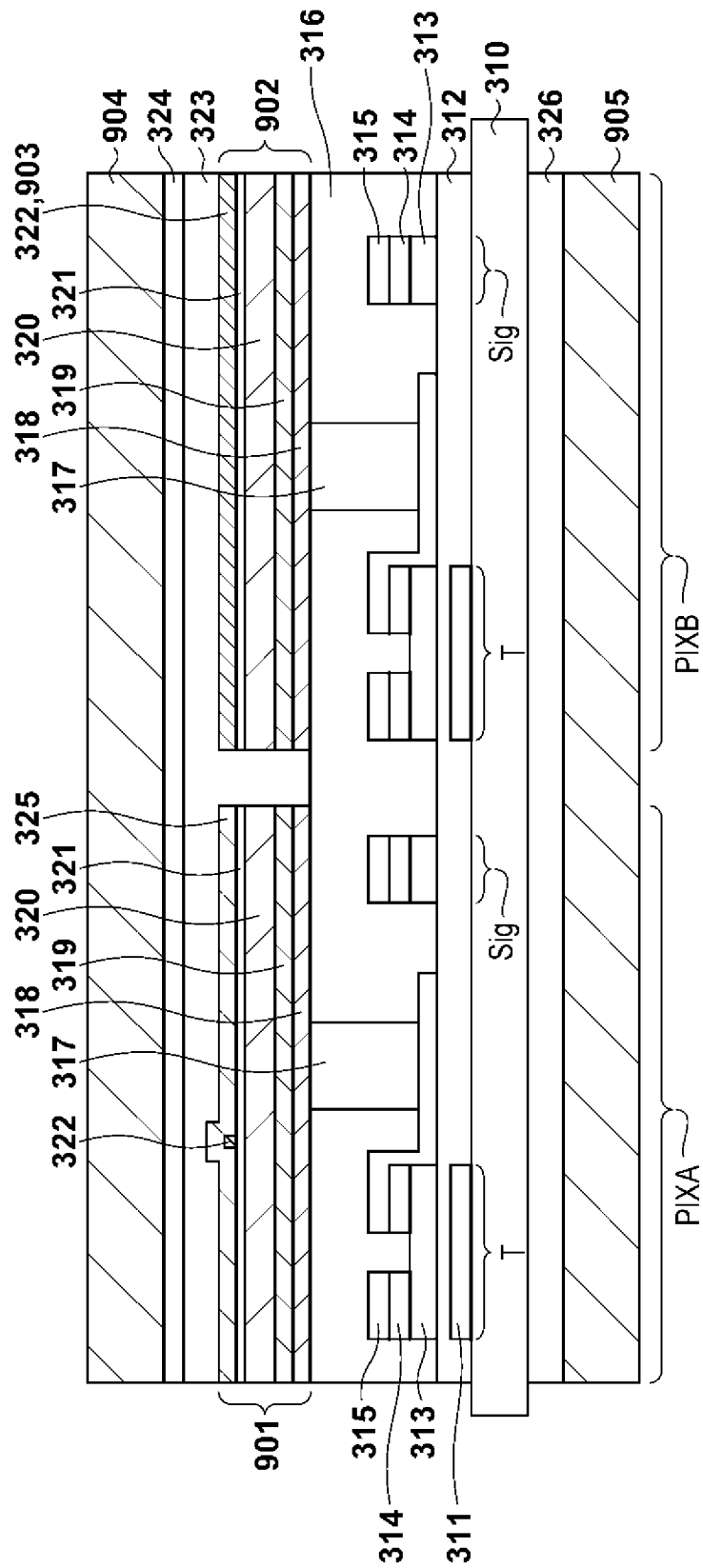
[図1]



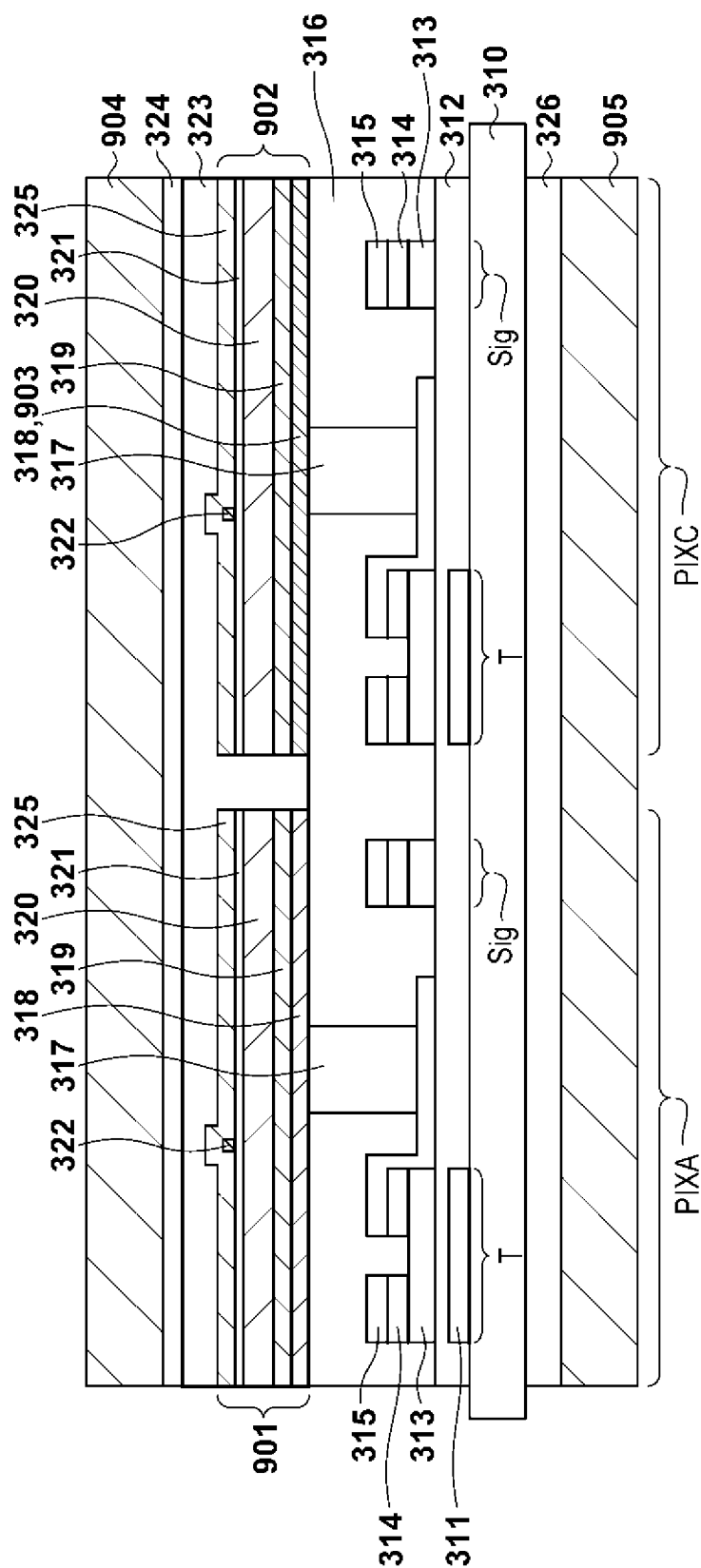
[図2]



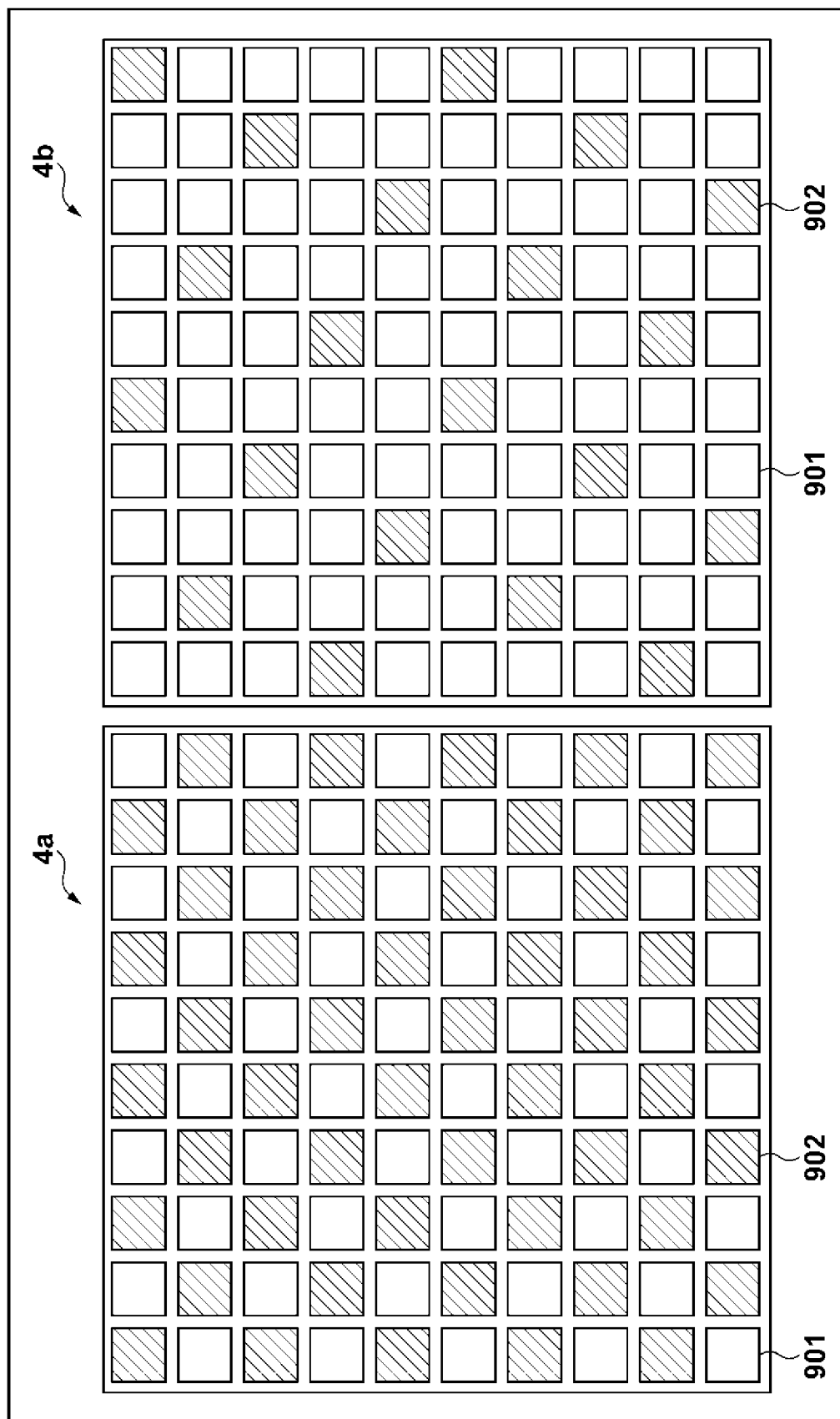
[図3A]



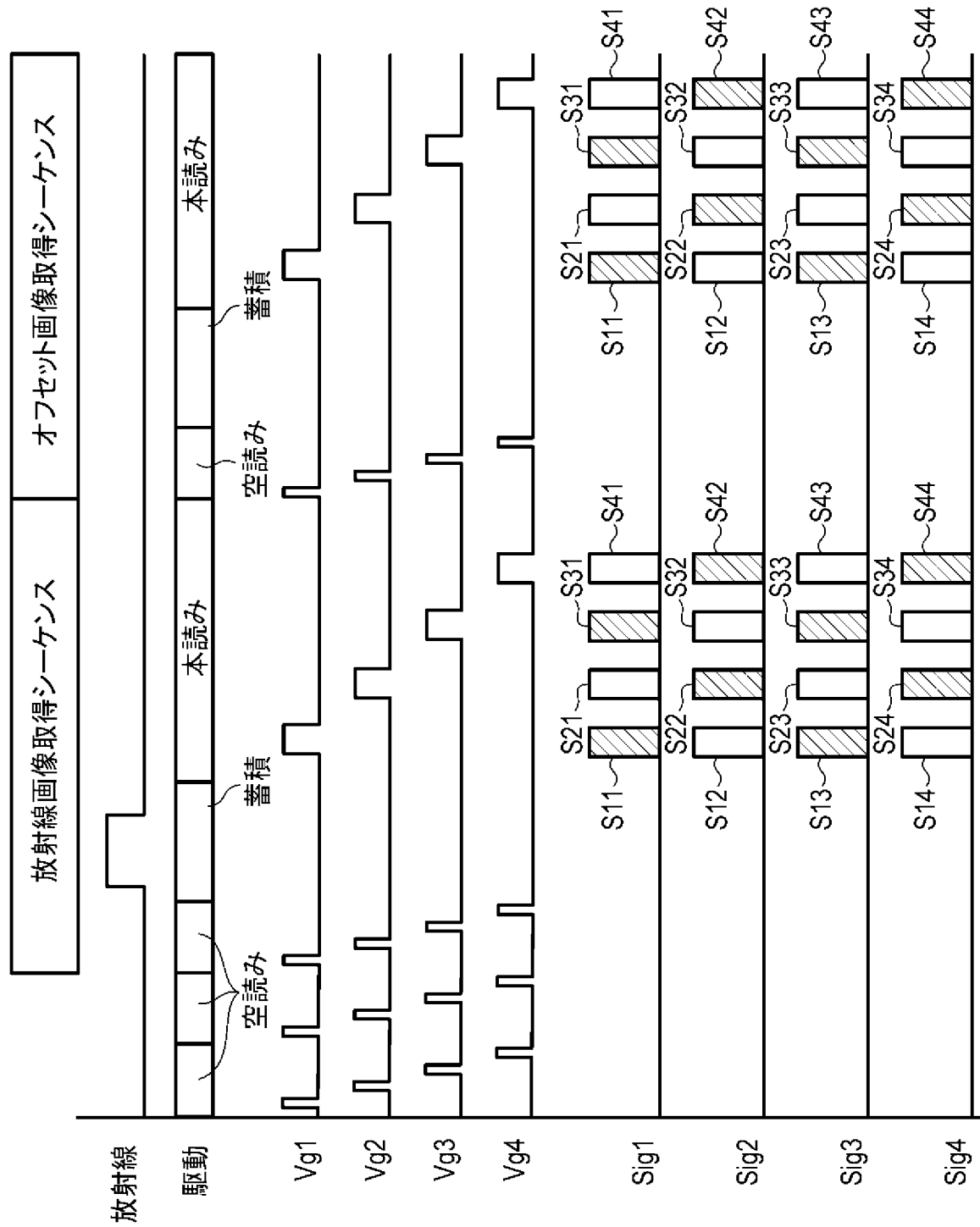
[図3B]



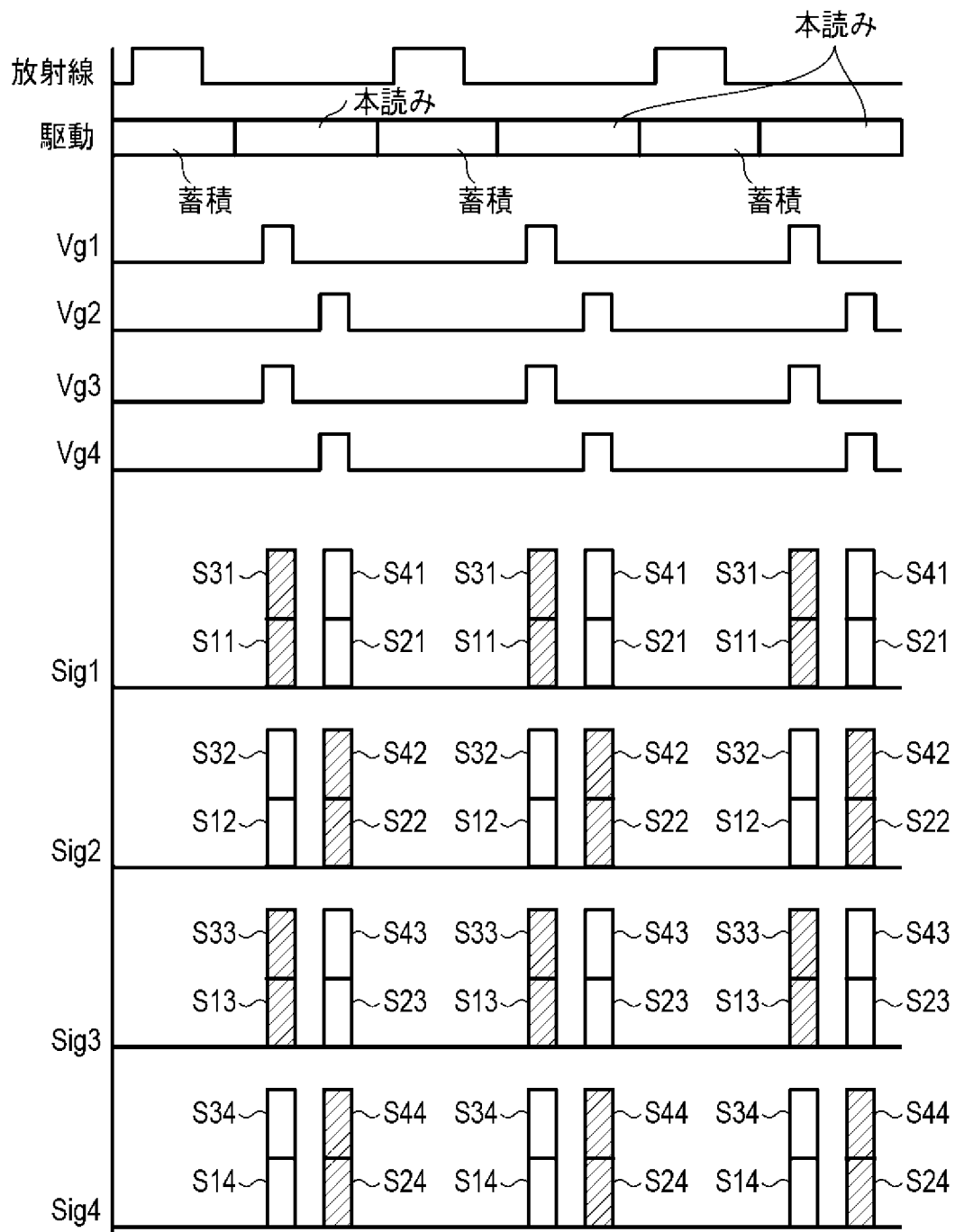
[図4]



[図5]



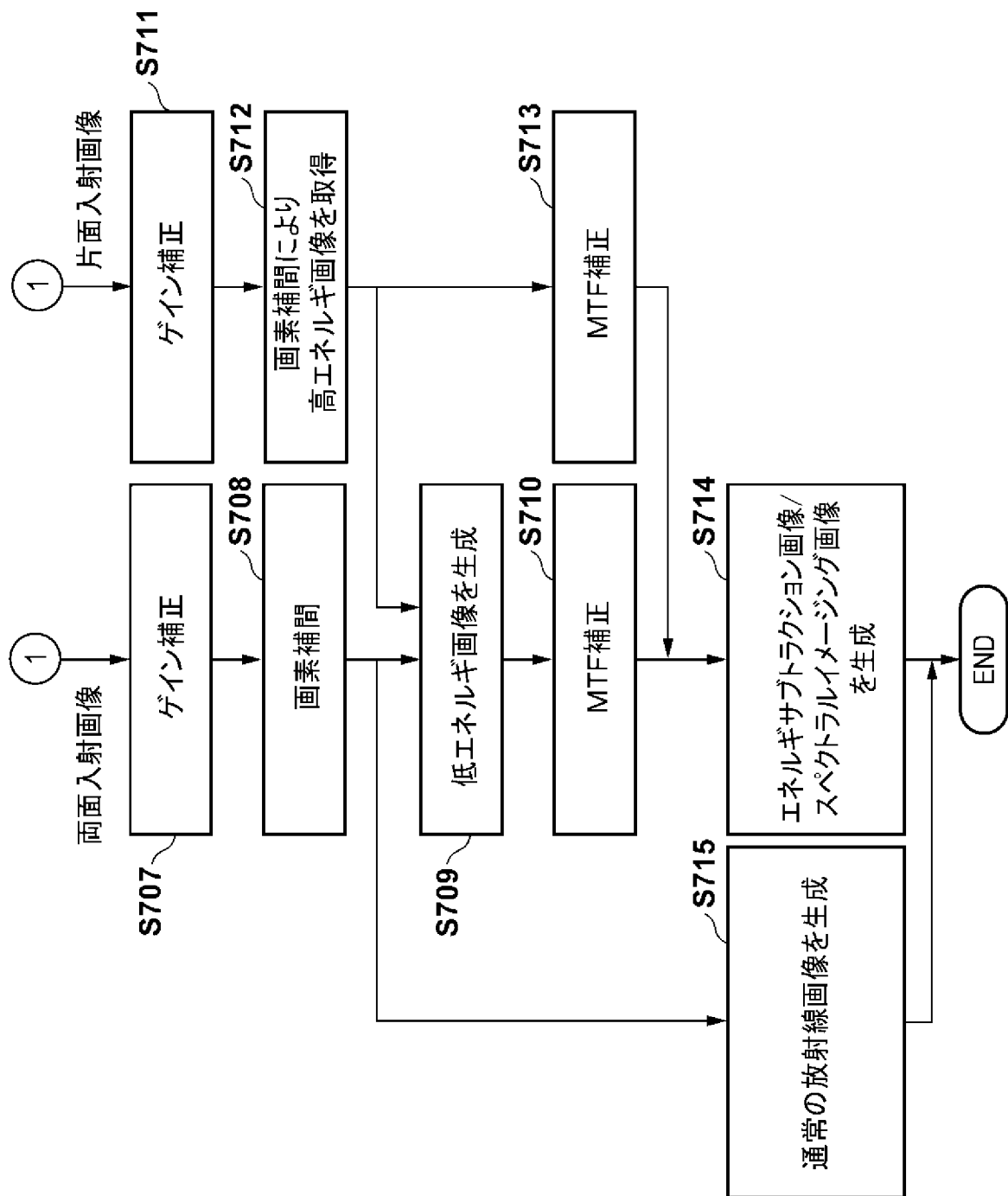
[図6]



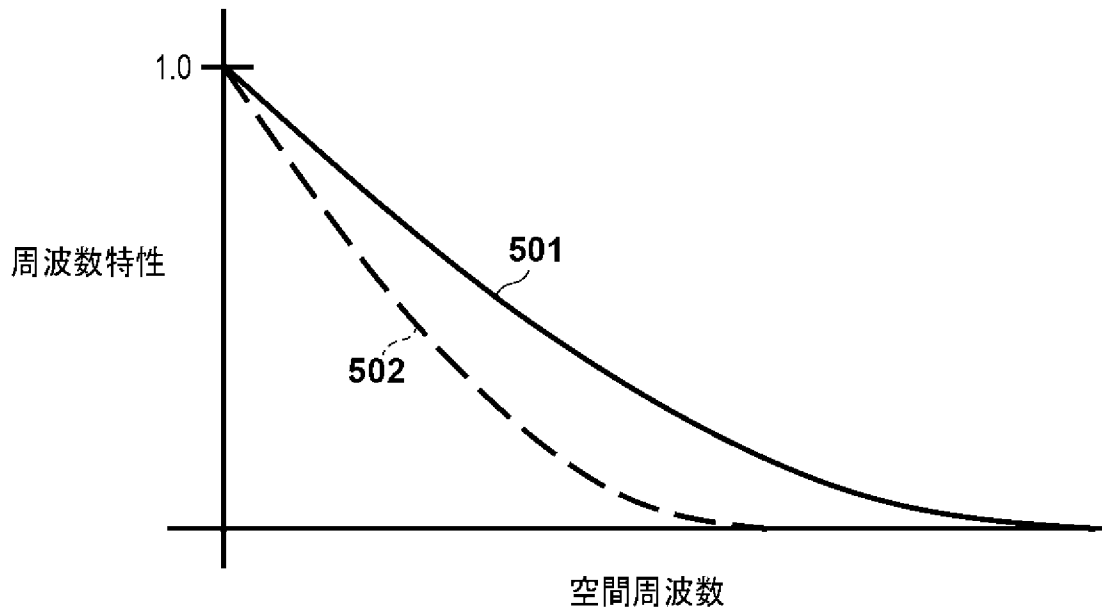
[図7A]



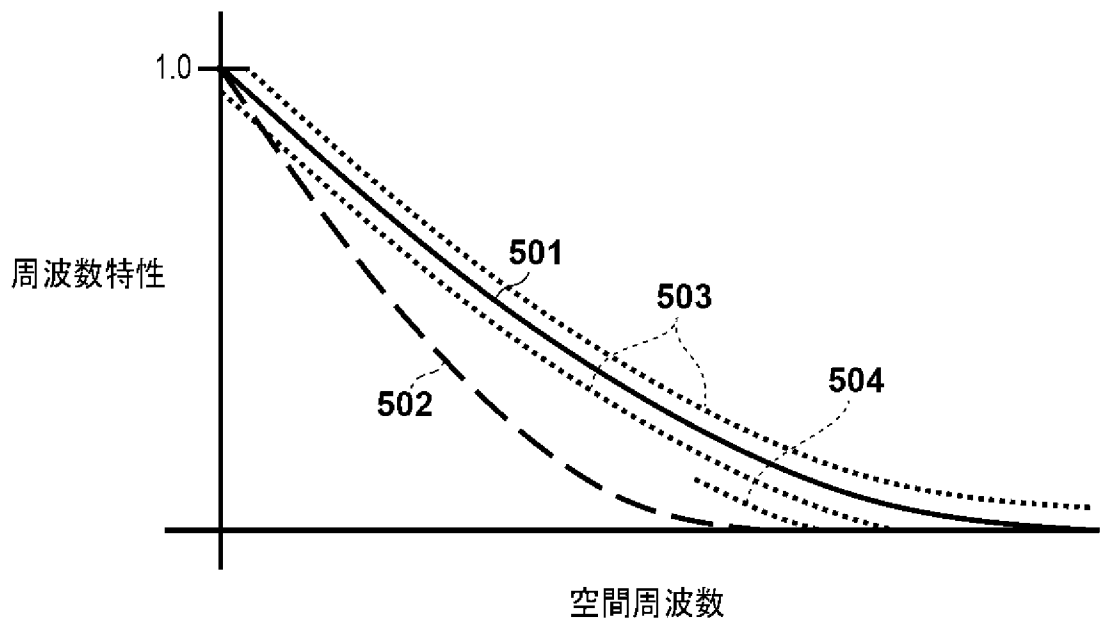
[図7B]



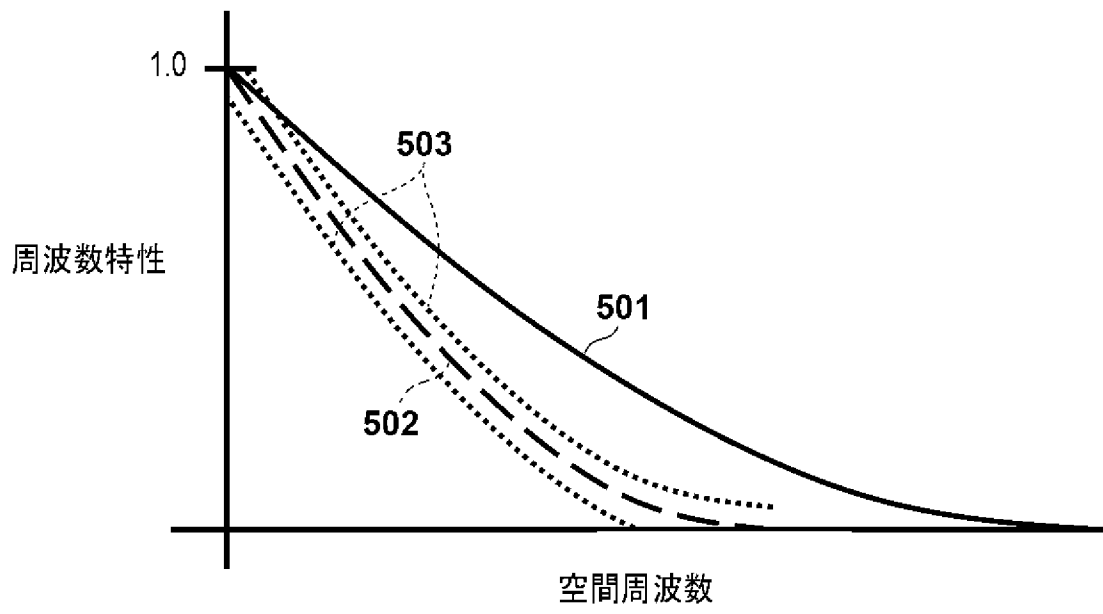
[図9]



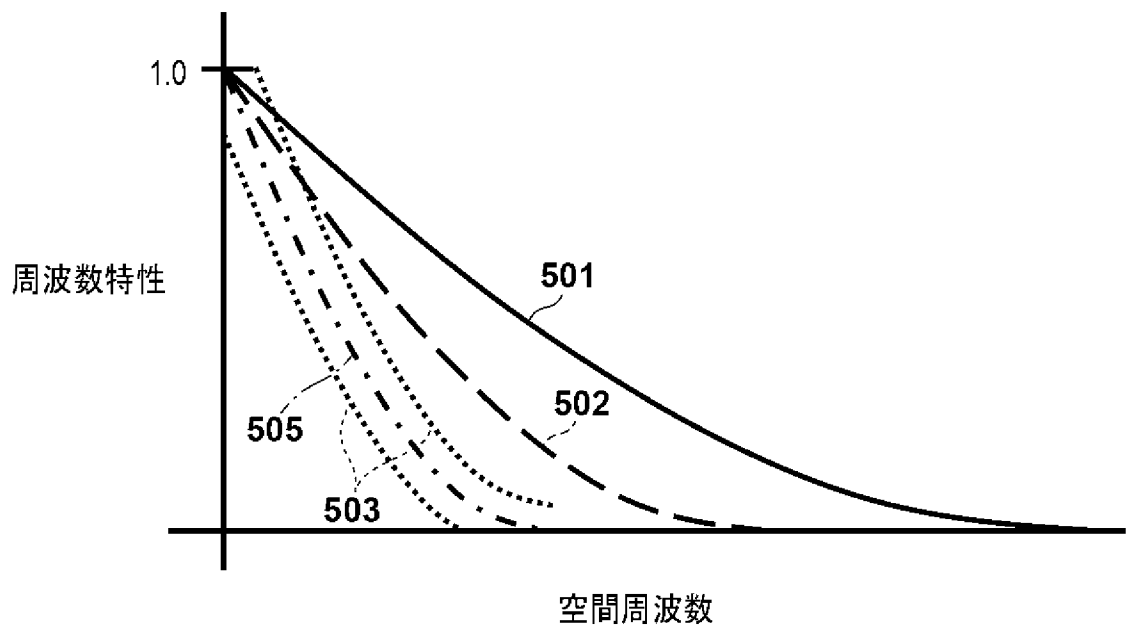
[図10]



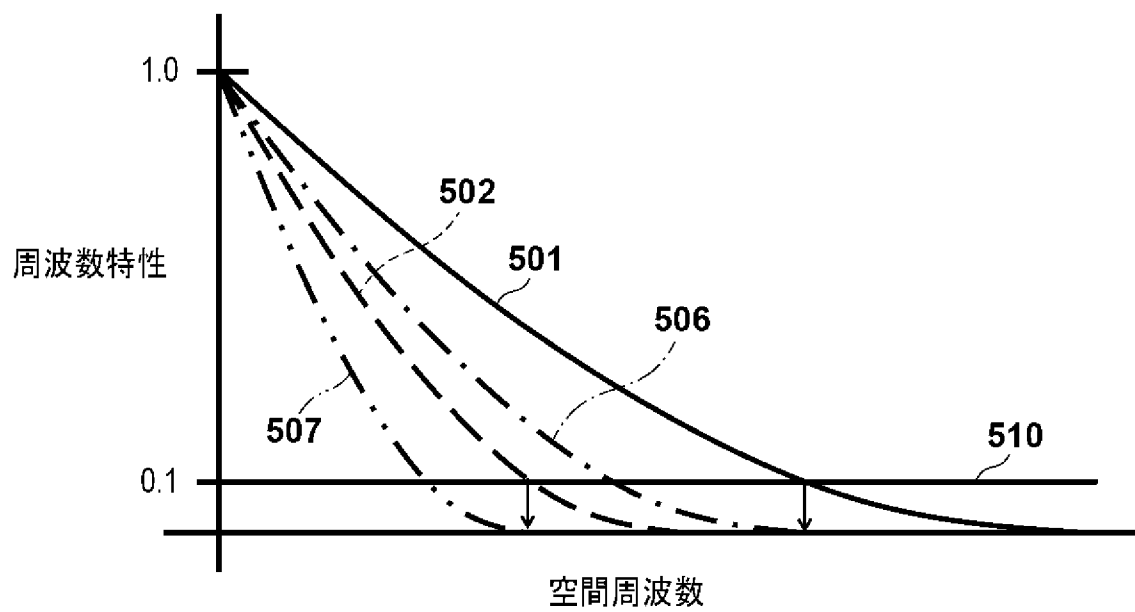
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/047019

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 6/00 (2006.01) i; G01T 7/00 (2006.01) i
 FI: A61B6/00 333; A61B6/00 350Z; G01T7/00 C

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)

A61B6/00; G01T7/00

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
X	JP 3-109678 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 09.05.1991 (1991-05-09) page 4, lower right column, line 4 to page 8, upper left column, line 16, fig. 1, 3	1-13, 15-17
Y	page 4, lower right column, line 4 to page 8, upper left column, line 16, fig. 1, 3	14
Y	JP 7-287331 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 31.10.1995 (1995-10-31) paragraphs [0044], [0054]-[0073], fig. 4, 8-12	14
A	JP 2010-81997 A (FUJIFILM CORPORATION) 15.04.2010 (2010-04-15) paragraphs [0016]-[0044], fig. 1-3, 5	1-17



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
05 February 2020 (05.02.2020)

Date of mailing of the international search report
25 February 2020 (25.02.2020)

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/047019

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 3-109678 A	09 May 1991	US 5315507 A column 6, line 65 to column 8, line 57, column 16, line 7 to column 20, line 7, fig. 1, 4 EP 418921 A2	
JP 7-287331 A	31 Oct. 1995	US 6016356 A column 28, line 65 to column 29, line 32, column 54, line 62 to column 57, line 4, fig. 6, 34-38 EP 677780 A2	
JP 2010-81997 A	15 Apr. 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 6/00(2006.01)i; G01T 7/00(2006.01)i FI: A61B6/00 333; A61B6/00 350Z; G01T7/00 C														
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）） A61B6/00; G01T7/00														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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												
X	JP 3-109678 A（富士写真フイルム株式会社）09.05.1991（1991 - 05 - 09） 第4ページ右下欄第4行－第8ページ左上欄第16行、第1図、第3図	1-13, 15-17												
Y	第4ページ右下欄第4行－第8ページ左上欄第16行、第1図、第3図	14												
Y	JP 7-287331 A（富士写真フイルム株式会社）31.10.1995（1995 - 10 - 31） [0044]、[0054]－[0073]、図4、8－12	14												
A	JP 2010-81997 A（富士フイルム株式会社）15.04.2010（2010 - 04 - 15） [0016]－[0044]、図1－3、5	1-17												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 05.02.2020	国際調査報告の発送日 25.02.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 芝沼 隆太 2U 4639 電話番号 03-3581-1101 内線 3292													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/047019

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	3-109678	A	09.05.1991	US 5315507 A 第6欄第65行－第8欄第 57行、第16欄第7行－ 第20欄第7行、図1、4 EP 418921 A2	
JP	7-287331	A	31.10.1995	US 6016356 A 第28欄第65行－第29 欄第32行、第54欄第6 2行－第57欄第4行、図 6、34－38 EP 677780 A2	
JP	2010-81997	A	15.04.2010	(ファミリーなし)	