

(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
2021年1月7日(07.01.2021)



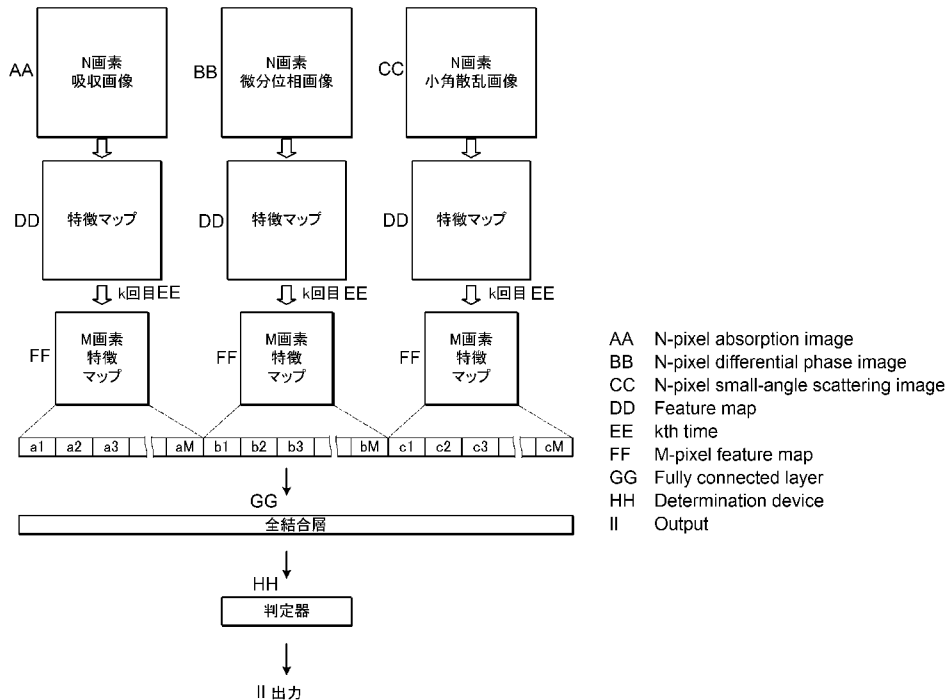
(10) 国際公開番号

WO 2021/002356 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2017.01) *G01N 23/041* (2018.01)
A61B 6/00 (2006.01) *G01N 23/18* (2018.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/025661
- (22) 国際出願日: 2020年6月30日(30.06.2020)
- (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 2019-123312 2019年7月2日(02.07.2019) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社 (**KONICA MINOLTA, INC.**) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 坪井 泰憲 (**TSUBOI, Yasunori**); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人光陽国際特許事務所 (**KOYO INTERNATIONAL PATENT FIRM**); 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目1番3号 東京宝塚ビル17階 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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** RADIOGRAPHIC IMAGE DETERMINATION DEVICE, INSPECTION SYSTEM, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 放射線画像判定装置、検査システム及びプログラム



(57) **Abstract:** Provided are a radiographic image determination device, an inspection system, and a program that make it possible to perform an inspection in which a plurality of captured images are integrated more easily and accurately. A radiographic image determination device is provided with an acquisition unit that acquires a plurality of types of radiographic captured images of a subject to be imaged, and a determination unit having a trained model that outputs characteristic information about the subject in response to an input of the plurality of types of radiographic captured images.

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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)）

The determination unit includes: a generation unit that generates feature maps of predetermined sizes by subjecting each of the plurality of types of radiographic captured images to convolution processing; an integration unit that generates integrated data by integrating the contents of the plurality of feature maps; and a determination processing unit that outputs the characteristic information on the basis of the integrated data.

(57) 要約：より容易かつ確実に複数の撮影画像を統合した検査を行うことのできる放射線画像判定装置、検査システム及びプログラムを提供する。放射線画像判定装置は、撮像の対象物に係る複数種類の放射線撮影画像を取得する取得部と、複数種類の放射線撮影画像の入力に対して対象物の特性情報を出力する学習済みモデルを有する判定部とを備える。判定部は、複数種類の放射線撮影画像を各々畳み込み処理して、それぞれ所定サイズの特徴マップを生成する生成部と、複数の特徴マップの内容を統合した統合データを生成する統合部と、統合データに基づいて特性情報を出力する判定処理部と、を有する。

明 細 書

発明の名称：放射線画像判定装置、検査システム及びプログラム
技術分野

[0001] この発明は、放射線画像判定装置、検査システム及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 検査対象に放射線を照射してその透過特性などを計測することにより検査対象の内部構造を検査する技術がある。検査対象の構造に応じた放射線の吸収特性の違いを検出するものに加えて、散乱や屈折（位相ずれ）などを検出することで複合的に検出を行う技術が開発されている。

[0003] タルボ効果を利用したX線撮影装置（特許文献1）では、吸収画像、小角散乱画像及び微分位相画像がそれぞれ良好なコントラストで取得される。これらのうち2、3種類の画像を比較することで、従来の吸収画像だけでは特定が困難であった対象の検出及び特定を可能とする技術がある（特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2004／058070号

特許文献2：特表2015－507984号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、複数の撮影画像の位置を合わせながら比較して検査を行うには、手間がかかり、また判断に誤りを生じやすいという課題がある。

[0006] この発明の目的は、より容易かつ確実に複数の撮影画像を統合した検査を行うことのできる放射線画像判定装置、検査システム及びプログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 上記目的を達成するため、請求項 1 記載の発明は、
撮像の対象物に係る複数種類の放射線撮影画像を取得する取得部と、
前記複数種類の放射線撮影画像の入力に対して前記対象物の特性情報を出力する学習済モデルを有する判定部と、
を備え、
前記判定部は、
前記複数種類の放射線撮影画像を各々畳み込み処理して、それぞれ所定サイズの特徴マップを生成する生成部と、
複数の前記特徴マップの内容を統合した統合データを生成する統合部と、
前記統合データに基づいて前記特性情報を出力する判定処理部と、
を有する
放射線画像判定装置である。
- [0008] 請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の放射線画像判定装置において、
前記統合部は、前記複数の特徴マップの各画素値を一次元配列して統合データを生成する。
- [0009] 請求項 3 記載の発明は、請求項 1 記載の放射線画像判定装置において、
前記統合部は、
前記複数の特徴マップの各画素値を各々一次元配列し、
前記特徴マップにおける画素位置に応じて前記一次元配列の位置を対応付けて二次元配置した二次元データを生成し、
当該二次元データに対して畳み込み処理を行って得られた特徴マップの各画素値を一次元配列して前記統合データを生成する。
- [0010] 請求項 4 記載の発明は、請求項 1 記載の放射線画像判定装置において、
前記統合部は、
前記複数の特徴マップを当該特徴マップの二次元面に垂直な方向に重ねた三次元データを生成し、
当該三次元データに対して畳み込み処理を行って前記二次元面内の二次元特徴マップに変換し、

変換後の前記二次元特徴マップの各画素値を一次元配列して前記統合データを生成する。

[0011] 請求項 5 記載の発明は、請求項 3 記載の放射線画像判定装置において、
前記判定処理部は、前記二次元データを V A E により次元数削減し、当該次元数削減がなされて得られた潜在変数に基づいて前記特性情報を出力する。

[0012] 請求項 6 記載の発明は、請求項 5 記載の放射線画像判定装置において、
前記 V A E は、前記対象物に異常がない場合の前記複数種類の放射線撮影画像データを用いて学習されたものであり、
前記判定処理部は、前記潜在変数に基づいて入力された前記放射線撮影画像を復元し、当該復元された画像と前記放射線撮影画像との差分に基づいて前記特性情報を得る。

[0013] 請求項 7 記載の発明は、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の放射線画像判定装置において、
前記取得部は、前記複数種類の放射線撮影画像を前記対象物の複数の状態についてそれぞれ取得し、
前記生成部は、前記複数の状態の前記複数種類の放射線撮影画像のそれぞれについて前記特徴マップを生成し、
前記統合部は、前記複数の特徴マップに基づいて前記統合データを生成する。

[0014] 請求項 8 記載の発明は、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の放射線画像判定装置において、
前記放射線撮影画像は、タルボ型の X 線撮影装置により得られた吸収画像、小角散乱画像及び微分位相画像、並びにこれらに基づく演算により得られた画像のうち 2 つ以上を含む。

[0015] 請求項 9 記載の発明は、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の放射線画像判定装置において、
前記特性情報には、前記対象物内の空隙、亀裂、隙間、樹脂の流動に伴う

ウェルド、剥離、異物、特定成分の異常析出及び凝集、並びに微小構造の配向性又は分散の局所異常のうち少なくともいずれかが含まれる。

[0016] 請求項 10 記載の発明は、請求項 1～9 のいずれか一項に記載の放射線画像判定装置において、

前記判定部により出力された前記特性情報が所定の基準条件を満たす領域を設定する領域設定部を備える。

[0017] 請求項 11 記載の発明は、請求項 10 記載の放射線画像判定装置において、

前記基準条件は、所定の検査装置による検査の必要性に係る条件である。

[0018] 請求項 12 記載の発明は、

請求項 1～11 のいずれか一項に記載の放射線画像判定装置と、

所定の検査装置と、

を備え、

前記検査装置は、前記判定部により出力された前記特性情報に基づいて、自機による検査の必要な領域を設定する検査設定部を備える

検査システムである。

[0019] 請求項 13 記載の発明は、

コンピューターを、

撮像の対象物に係る複数種類の放射線撮影画像を取得する取得手段、

前記複数種類の放射線撮影画像の入力に対して前記対象物の特性情報を出力する学習済モデルを有する判定手段、

として機能させ、

前記判定手段は、

前記複数種類の放射線撮影画像を各々畳み込み処理して、それぞれ所定サイズの特徴マップを生成する生成手段と、

複数の前記特徴マップの内容を統合した統合データを生成する統合手段と

、

前記統合データに基づいて前記特性情報を出力する判定処理手段と、

を有する

プログラムである。

発明の効果

[0020] 本発明に従うと、より容易かつ確実に複数の放射線撮影画像を統合した検査を行うことができるという効果がある。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]処理装置を含む検査システムの構成を示す図である。

[図2]放射線撮影装置の全体構成を示す概略図である。

[図3]被写体中の軽元素異物の検出について説明する図である。

[図4]処理装置における検査結果の取得手順を模式的に示す図である。

[図5]モデル学習処理の制御手順を示すフローチャートである。

[図6]異常検査処理の制御手順を示すフローチャートである。

[図7]検査結果の取得手順の変形例1を模式的に示す図である。

[図8]検査結果の取得手順の変形例2を模式的に示す図である。

[図9]検査結果の取得手順の変形例3を模式的に示す図である。

[図10]検査結果の取得手順の変形例4を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は、放射線画像判定装置の実施形態である処理装置1を含む検査システム100の構成を示す図である。

検査システム100には、処理装置1と、放射線撮影装置50と、検査装置60とが含まれている。

[0023] 処理装置1は、例えば、通常のコンピューター（PC）であり、制御部11と、記憶部12と、通信部13と、操作受付部14と、表示部15などを備える。

[0024] 制御部11は、CPU（Central Processing Unit）及びRAM（Random Access Memory）などを備え、各種演算処理を行って処理装置1の動作を統括制御するプロセッサである。

- [0025] 記憶部 12 は、フラッシュメモリーなどの不揮発性メモリー及び／又は HDD (Hard Disc Drive) などを備え、各種制御処理用のプログラム 121 及び設定データを記憶する。また、記憶部 12 は、入力された画像データ及びその処理データなどを記憶してよい。記憶部 12 が揮発性メモリーを備え、処理中のデータなどが当該揮発性メモリーに記憶されてもよい。処理中のデータの記憶領域は、制御部 11 の RAM と適宜分割されてもよい。プログラム 121 には、後述の判定器学習処理に係るプログラム、及び異常検査処理に係るプログラムが含まれる。設定データには、画像判定用の学習済モデル 122 のデータなどが含まれる。
- [0026] 通信部 13 は、外部機器と所定の通信規格、例えば、TCP/IP などに従って行う通信を制御する。通信部 13 は、例えば、ネットワークカードなどを備える。外部機器には、ここでは、検査システム 100 内の各種検査装置（放射線撮影装置 50 を含む）、並びに撮影データ及びその解析検査結果の管理サーバーなどが含まれていてよい。
- [0027] 操作受付部 14 は、ユーザーなどの外部からの入力操作を受け付けて入力信号として制御部 11 に出力する。操作受付部 14 としては、例えば、マウス、タッチパネルなどのポインティングデバイス、及び／又はキーボードなどが挙げられる。
- [0028] 表示部 15 は、制御部 11 の制御に基づいて表示画面にメニュー、ステータス、処理前後のデータ、画像処理の結果などを表示させる。表示画面としては、例えば、液晶表示画面が挙げられる。
- [0029] 放射線撮影装置 50 は、タルボ効果（タルボ・ロー干渉）を用いた X 線撮影装置（タルボ型放射線撮影装置）である。検査装置 60 は、その他の所定の検査を行う装置であり、制御部 61（検査設定部）を備える。
- [0030] 図 2 は、放射線撮影装置 50 の全体構成を示す概略図である。放射線撮影装置 50 は、X 線発生装置 51 と、線源格子 52（第 0 格子）と、被写体台 53 と、第 1 格子 54 と、第 2 格子 55 と、X 線検出器 56 と、支柱 57 と、基台部 58 と、を備えている。

- [0031] X線発生装置 5 1 は、支柱 5 7 に対して支持部 5 7 a で取り付けられており、線源 5 1 a を有する。線源 5 1 a から出射された X 線は、図 2 において下向きに放射される。なお、線源 5 1 a 自体は X 線発生装置 5 1 に取り付けられておらず、支柱 5 7 に取り付けられた基台部 5 8 に対して支持部 5 2 a で取り付けられていてよい。
- [0032] 線源格子 5 2 は、基台部 5 8 に対して支持部 5 2 a で取り付けられており、線源 5 1 a からの X 線出射方向について当該線源 5 1 a の直近に位置する。線源格子 5 2 は、出射 X 線を微小幅の複数の線状に分割して撮像の対象物である被写体 H に対して照射する。線源格子 5 2 と被写体 H との間には、ろ過フィルター 5 9 1、照射野絞り 5 9 2 及び照射野ランプ 5 9 3 などがいずれも支持部 5 2 a に取り付けられて、線源 5 1 a に対して適宜な位置に設けられていてよい。
- [0033] ろ過フィルター 5 9 1 は、線源格子 5 2 を通過した X 線の線質の変換に用いられる。照射野絞り 5 9 2 は、被写体 H のサイズなどに応じた X 線の照射範囲を調整する。照射野ランプ 5 9 3 は、X 線の照射範囲に合わせて可視光を照射する。この可視光は、被写体 H の位置合わせなどに用いられる。
- [0034] 被写体台 5 3 は、被写体 H が載置される。被写体台 5 3 は、基台部 5 8 に取り付けられている。被写体台 5 3 は、X 線の透過時に当該 X 線に影響を与えない。
- [0035] 第 1 格子 5 4 は、出射 X 線が入射されてタルボ効果を生じる。第 2 格子 5 5 は、第 1 格子 5 4 で回折された像に重なって位置することでモアレ像を生じさせる。第 1 格子 5 4 の上面側、又は第 1 格子 5 4 と第 2 格子 5 5 との間に被写体 H が位置することで、第 1 格子による像が変形する。モアレ像は、X 線検出器 5 6 に入射して撮影（撮像）される。
- [0036] この放射線撮影装置 5 0 では、従来から取得可能な吸収画像に加え、微分位相画像及び小角散乱画像が取得される。これら複数種類の画像（放射線撮影画像）を再構成して取得する方法としては、特に限られないが、例えば、縞走査法などが用いられてよい。縞走査法では、複数の格子のうちのひとつ

を格子のスリット周期の $1/M$ (M は正の整数、吸収画像は $M > 2$ 、微分位相画像と小角散乱画像は $M > 3$) ずつスリット周期方向に移動させて M 回撮影したモアレ画像を用いて再構成を行い、高精細の再構成画像を得る。また、得られた画像を組み合わせるさらに演算処理された画像（合成画像）が出力可能であってもよい。放射線撮影装置 50 は、ここでは、対象物の内部構造などに対する非破壊検査に用いられる。

[0037] 次に、放射線撮影装置 50 の撮影画像を用いた上記検出動作について説明する。

図 3 は、被写体 H（対象物）中の軽元素異物の検出について説明する図である。

空隙（亀裂なども含む）又は混入異物、特に所定の材質よりも軽元素で X 線の吸収が少ないものが部材の内部に混入していると、これらの部分での吸収が減少することで透過量が増大し、吸収画像の輝度が上昇する。輝度の上昇の度合は、空隙か異物かにより異なり、またこれら空隙又は異物のサイズが大きいほど大きくなる。すなわち、例えば、異物の存在が検出対象の場合に、吸収画像だけで異物と空隙を識別するのは困難である。

[0038] 小角散乱画像では、微小サイズ（マイクロスケールなど）の構造、ここでは、これら空隙及び異物の境界で生じる角度の小さい X 線の散乱を検出する。散乱の大きさは、空隙か異物かにより異なり、また、これら空隙又は異物が大きいほど大きくなる。すなわち、例えば、異物の存在が検出対象の場合に、小角散乱画像だけで異物と空隙を識別するのは困難である。

[0039] このとき、吸収画像と小角散乱画像では、異物と空隙とで変化率が異なるので、両者を組み合わせることで、いずれであるかが区別される。すなわち、複数の種類の画像を位置合わせして各画素位置について解析結果を組み合わせることで、正確な判定がなされる。ここでは、吸収量に比して境界での小角散乱量が小さい場合に、軽元素異物と判定され得る。吸収量と小角散乱量の特徴を抽出した後に適宜な重みで統合する（ここでは、統合特徴マップを生成する）ことで、このような判定が可能となる。

[0040] 本実施形態の処理装置 1 では、取得した複数種類（2 つ以上）の放射線撮影画像を入力として、各々における特徴的な構造の位置関係を維持しながら統合し、総合的な検出結果を抽出する処理を行う。また、抽出された結果に基づいて検査結果を取得、出力する。

[0041] 図 4 は、本実施形態の処理装置 1 における検査結果の取得手順を模式的に示す図である。処理装置 1 において、各画像を用いた検査には、畳み込みニューラルネットワーク（CNN : Convolutional Neural Network）による学習モデルが利用される。撮影画像の種別及び撮影の対象物に応じて検出対象は予めほぼ定まるが、その位置、大きさ及び数は不定である。ここでは、まず、再構成された各画像（ここではそれぞれ合計 N 画素）に対して畳み込み処理をそれぞれ所定段階（所定サイズ）まで行った特徴マップ（ここでは、 k 回の畳み込みにより合計 M 画素（ $N > M$ ）に縮小したもの）により、位置情報を残しつつ特徴的な値の分布、すなわち、特徴的な構造を反映した数値分布が抽出される（生成部）。なお、ここでは、二次元データの特徴マップとして示しているが、フィルターの数に応じた深さを持つ三次元データの特徴マップが生成されてもよい。また、 k 回の畳み込みの間でプーリング処理がなされてもよい。

[0042] 複数種類の画像についてそれぞれ得られた特徴マップの各 M 個の画素値は、並列的に一次元配置（平坦化）されることで結合（統合）される。統合されて得られた平坦化データは、全結合層で重み付け係数による重み付けにより全結合されて全結合データが得られる。この全結合データが判定器に入力され、適宜な関数を用いて、各位置における特徴構造などの有無及び種別に係る確率値に変換され、必要に応じて二値化などがなされた特性情報として出力される。

[0043] 上記複数の画像に係る特徴マップが統合された平坦化データを用いる学習モデルでは、複数種類の各画像の位置関係に加え、数値の大小関係、相関関係なども特徴として学習されることで、総合的に構造の種別が特定されて検査結果、すなわち、検出内容が特定の構造である確率が特性情報として得ら

れる。ここでは、例えば、上述のように対象物内の空隙（亀裂、隙間、剥離、樹脂の流動に伴って生じたウェルドなどを含む各種要因で生じた空間）、軽元素などの異物（特定成分の異常析出、凝集などを含む想定される正常な成分及びその状態以外のもの）の混入領域（フィラー、繊維、発泡体の孔部といった微小構造、微小成分を有する対象物では、これらの状態異常、例えば、配向性や分散状態のむらなどの局所異常、変化が生じている領域を含む）などの情報を示すデータ（少なくともいずれか一つを含めばよい）が出力される。学習モデルは、予め各画像の特徴的な構造に係る画像データ（学習用データ）及び当該画像データに対して対応付けられた正解を記憶した教師データを多数与えることで生成され、畳み込みに係るフィルター係数（重み付け係数）及び全結合時の重み付け係数が定められる。

[0044] 確率データなどに基づいて判定器により最終的に異常と判断された部分（所定の基準条件を満たす領域）については、出力データに反映される。出力データでは、構造とその位置情報とが直接提示されてもよい。あるいは、元の画像に対し、異常と判断された部分を強調表示するなどで識別可能とする処理がなされてもよい。

[0045] また、例えば、画像データのアルファチャンネル（付加領域）に所定のフラグがセットされるなどにより、他の装置などによる画像データの読取時及び／又は所定の検査装置60による検査の必要な領域を知得可能とされて注目されるようにされてもよい（領域設定部）。あるいは、判別された領域の情報が画像データのヘッダーに付加されてもよい。これらの情報は、例えば、他の検査機器（CT装置など）の検査時に読み取られて、当該領域を選択的に又は重点的に検査されるのに用いられてよい。なお、検査の必要性がある領域は、検査装置60自体で制御部61により又は検査データを統括的に処理する他の制御装置などで設定がなされてもよい。

[0046] 図5は、本実施形態の処理装置1で実行されるモデル学習処理の制御手順を示すフローチャートである。

[0047] モデル学習処理が開始されると、制御部11は、入力された学習用の画像

データセット（再構成済みの複数種類の画像の組み合わせを所定数含む）を読み込む（ステップS201）。所定数は、従来の学習に用いられるような十分に大きい数である。制御部11は、操作受付部14が受け付けた入力操作などに応じて、順次画像に対する正解データ、すなわち、画像の組み合わせに対応して人間により判別された対象物の特性情報のデータを付加する（ステップS202）。ここでいう正解の特性情報は、異物（空隙、以下同じ）の分布、異物の有無、異物の含有率及び／又は異物の含有確率などである。例えば、制御部11は、学習用の画像を順次表示部15に表示させて、正解の入力を行わせる。なお、入力された学習用の画像データセットに始めから正解データが付加されていてもよく、この場合には、ステップS202の処理は不要である。

[0048] 制御部11は、正解付き画像データセットの画像データを順次入力させて、畳み込み処理を行わせて特徴マップを生成し、更にこれらの統合及び全結合を行って判定器に入力させる（ステップS203）。制御部11は、判定結果と正解データとを照合させ、結果の相違（誤差）を逆伝播させて、全結合に係る各重み付け係数及び畳み込みのフィルターの係数などの調整を行うことで、学習モデルの学習を行わせる。なお、学習処理が処理装置1で行われない場合には、外部装置に画像データセットと学習要求とを出力してもよい。そして、画像データセットの全ての処理が終了すると、制御部11は、得られた各係数などの設定を記憶保存する。そして、制御部11は、モデル学習処理を終了する。これにより、複数の放射線撮影画像と対象物の特性との対応関係が学習された学習済モデルデータが生成される。

[0049] 図6は、本実施形態の処理装置1で実行される異常検査処理の制御手順を示すフローチャートである。この処理は、放射線撮影装置50の撮影画像が入力されて開始される。なお、下記各処理のうちステップS111～S113の処理は、学習済モデル122を用いた判定部（判定手段）としての処理内容である。

[0050] 異常検査処理が開始されると、制御部11は、複数種類の放射線撮影画像

データ（吸収画像、小角散乱画像及び微分位相画像）を再構成する。又は、制御部 11 は、再構成済みの画像データを放射線撮影装置 50 から取得する（ステップ S 101；取得部、取得手段）。制御部 11 は、これらの複数種類の画像データを学習済みモデルに入力する（ステップ S 102）。制御部 11 は、各入力画像を各々畳み込む処理を行う（ステップ S 111；生成部、生成手段）。このとき、学習モデルの設定に応じてプーリング処理がなされてもよい。制御部 11 は、畳み込みにより得られた特徴マップを統合する（ステップ S 112；統合部、統合手段）。制御部 11 は、統合データを全結合し、判定器により特性情報に係る統合結果の判定を行う（ステップ S 113；判定処理部、判定処理手段）。なお、検査（判定）が制御部 11 の外部で行われる場合には、制御部 11 は、必要なデータとともに検査（判定）要求を外部の装置を出力して検査（判定）を行わせればよい。

[0051] 制御部 11 は、判定器の出力情報を取得する（ステップ S 103）。制御部 11 は、異常基準を満たす領域があると判定されたか否かを判別する（ステップ S 104）。ないと判別された場合には（ステップ S 104 で “NO”）、制御部 11 は、異常検査処理を終了する。あったと判別された場合には（ステップ S 104 で “YES”）、制御部 11 は、異常基準を満たすと判定された領域内の各画素データのアルファチャンネル（ α チャンネル）に、異常の内容に応じたフラグを設定する（ステップ S 105）。そして、制御部 11 は、異常検査処理を終了する。

[0052] [変形例 1]

図 7 は、検査結果の取得手順の変形例 1 を模式的に示す図である。

[0053] この変形例 1 では、複数画像についてそれぞれ上記と同じように得られた特徴マップの各画素値は、それぞれ一次元配列（要素数 M）され、一次元配列間で特徴マップの画素位置に対応付けられた列位置に合わせて異なる行に配置（二次元配置）した二次元データ（ $3 \times M$ の統合特徴マップ）として統合される。二次元データは、さらに 1 又は複数回畳み込みが行われて画素数が削減された上で、得られた特徴マップの画素値（画素数 L）を一次元配列

して平坦化する。平坦化されたデータは、全結合層において、学習により得られた重み付けで全結合される。この全結合データが判定器に入力されることで各画素の異常に係る確率分布が出力される。

[0054] この場合、統合特徴マップの畳み込みにおけるフィルターは、各画像間の組み合わせに係る重み付けとなり、先の個別の畳み込みに係るフィルターとは別個に学習設定される。学習は、上記他のパラメーターと同様に、教師データと出力との差異（損失関数）などに応じてずれが逆伝播されてパラメーターが更新されていくことでなされればよい。

[0055] このような処理でも、位置情報が維持されるので、複数種類の画像間の位置関係を考慮した統合的なデータを生成し、適切な異常の検査、判定を行うことができる。

[0056] [変形例 2]

図 8 は、検査結果の取得手順の変形例 2 を模式的に示す図である。

この変形例 2 では、複数画像についてそれぞれ得られた二次元特徴マップは、画素値が一次元配列されずに、当該二次元面に垂直な方向（3次元方向）に重ねた三次元データ（ $1 \times r \times 3$ の統合特徴マップ）として統合される。

[0057] この三次元データを三次元フィルターで撮影面に平行な二次元の L 画素特徴マップに畳み込み変換（圧縮）した上で、各要素（ L 画素）を一次元配列して平坦化データ（ $d_1 \sim d_L$ ）とする。そして、平坦化データが所定の重み付け係数で全結合されて、全結合データが得られる。この全結合データが判定器に入力されて、特性に係る出力が得られる。この場合も、複数（3枚）の画像の同一位置における特徴が位置情報を残したまま 2次元面内に畳み込まれる。

[0058] [変形例 3]

上記のように、画像データがそのまま処理される代わりに、画像の特徴を示す潜在変数に変換し、次元数を削減してもよい。画像データの次元数削減としては、例えば、VAE（Variational Auto Encoder）が利用される。V

A Eでは、予め教師無しの学習用データによる学習が必要であるが、この教師無しデータとしては、例えば、上記学習用データのうち所定の異常が存在しない画像データ（例えば、上記の軽元素異物の混入がないもの）を選択したものであってもよい。

[0059] 図9は、検査結果の取得手順の変形例3を模式的に示す図である。

この変形例3では、 $3 \times M$ の二次元配列データに統合されるところまでは変形例1と同一である。その後、この二次元配列は、上記学習済みのVAE（エンコーダー）によりエンコードされて所定次元の潜在変数Zに変換される。この潜在変数Zに基づいて行われる以降の処理は、以下の複数の方法のいずれかであってもよいし、複数の方法がなされた後に統合されてもよい。

[0060] 1つ目の方法では、潜在変数Zに次元圧縮（例えば、K次元）された各要素を一次元配列して平坦化データを生成し、これが全結合層で重み付け係数により重み付けして全結合された全結合データを判定器に入力する。2つ目の方法では、エンコードしたデータを再びデコードして二次元の復元データを生成し、この復元データと、元の取得（入力）された二次元画像データとを比較する。上述のように、異常無しのデータに基づいて学習されたVAE処理後の復元画像と元の二次元画像とでは、異常が存在する場合に当該異常箇所（配列要素）に相違が生じるので、この相違（差分）に基づいて異常の判定（検出）を行う。また、潜在変数Zに対して所定の基準値を定めて、当該基準値との大小関係などに応じた異常の判断を行ってもよい。

[0061] [変形例4]

上記実施の形態では、個別の静止画像を取り扱うこととして説明したが、複数コマの連続撮影画像（動画）が取得される場合には、コマ数に応じて深さ方向に拡張（積層）された3次元画像データに対してCNNが適用されてもよい。

[0062] 図10は、検査結果の取得手順の変形例4を模式的に示す図である。

ここでは、3種類の画像1～3の組が、状態A～Dの4コマ（複数の状態で）取得されている場合を例に挙げて示している。各状態の複数の画像は、

それぞれ上記実施の形態と同様にそれぞれについて個別に畳み込み処理がなされてM画素の特徴マップ（FM）が生成される。これにより、変形例3で示したような二次元配列データが各々生成される。この二次元配列データは、更に複数の状態間で同一画素位置のものが同一の列位置となるように行方向に重ねられた二次元配列データとされる。すなわち、ここでは、 $12 \times M$ の二次元配列データが生成される。

[0063] この二次元配列データがさらに適宜な回数畳み込み処理されて、L画素の特徴マップに変換された後、当該L画素が一次元配列されて平坦化データが生成される。平坦化データが重み付け係数に従って全結合され、得られた全結合データが判定器に入力処理されることで、検査結果が得られる。

[0064] このように、異なる状態の画像の組み合わせであっても、特徴マップの生成後に画素位置に応じて行位置をそろえることで、位置関係を保ったまま統合的な検査結果を容易に出力させることが可能になる。

[0065] 以上のように、本実施形態の処理装置1は、制御部11を備え、制御部11は、撮像の対象物（被写体H）に係る複数種類のX線撮影画像を取得する取得部と、複数種類のX線撮影画像の入力に対して対象物の特性情報を出力する学習済モデル122を有する判定部と、として動作する。判定部としての制御部11は、さらに生成部として複数種類のX線撮影画像を各々畳み込み処理して、それぞれ所定サイズの特徴マップを生成し、統合部として複数の特徴マップを統合した統合データを生成し、判定処理部として統合データに基づいて特性情報の出力を行う学習済モデル122を有する。

このように、複数種類のX線撮像データについて、CNNを用いた画像認識を行う学習済モデル122により対象物の特性情報を取得する場合に、まず各画像でそれぞれ畳み込み処理を行って特徴マップを個別に生成してから、これらの特徴マップを統合し、統合されたデータを全結合して特性情報を取得する。すなわち、各画像データについて、各々の特徴がその位置情報を維持したまま抽出され、その後にこれらが統合されることになる。したがって、複数種類の画像で得られる特徴量及びその位置の情報を適切に保持し、

かつそれらの関係性を明確に規定することができる。したがって、この処理装置 1 では、対象物の特性を複数種類の撮影画像に基づいてより適切に取得することができる。

[0066] また、制御部 11 は、判定部（統合部）として、複数の特徴マップの各画素値を一次元配列して、統合データとして平坦化データを生成する。すなわち、複数の特徴マップの各画素値が並列に配列され、判定処理部としての動作により全結合されるので、位置情報を確実に維持しつつ特徴的な構造を検出することができ、かつ複数の画像間の対応関係を精度よく判断することができる。よって、この処理装置 1 では、特徴的な構造の抽出と、複数種類の画像におけるこの特徴的な構造の位置関係の特定精度とを適切に両立させることができる。

[0067] また、制御部 11 は、判定部（統合部）として、複数の特徴マップの各画素値を各々一次元配列し、特徴マップにおける画素位置に応じて一次元配列の位置を対応付けて二次元配置した二次元データを生成することで、各撮影画像に係るデータを統合してもよい。そして、統合されて得られた二次元データに対して畳み込み処理を行って得られた特徴マップの各画素値を一次元配列して、平坦化データ（統合データ）を生成する。この場合でも、先に一度個別に畳み込みがなされているので、各画像において特性及び当該特性が表れている位置を適切に示した状態で統合させることができる。また、二次元データ生成時（統合時）に複数枚の画像の各画素の位置関係が保持されて、さらに処理がなされて平坦化データとなるので、特徴的な構造の抽出と、複数種類の画像による当該特徴的な構造の位置関係の特定精度とを両立させながら的確に検査を行うことができる。

[0068] また、制御部 11 は、判定部（統合部）として、複数の特徴マップを当該特徴マップの二次元面に垂直な方向に重ねた三次元データを生成して統合し、当該三次元データに対して畳み込み処理を行って二次元面内の二次元特徴マップに変換し、変換後の二次元特徴マップの各画素値を一次元配列して平坦化データ（統合データ）を生成してもよい。このように三次元データを生

成する場合でも、二次元データの場合と同様に、先に個別に畳み込みがなされることによる特性の強調及び当該特性の位置を適切に示した状態で統合され、かつ統合時に位置情報が維持されて平坦化データに加工されるので、特徴的な構造の抽出と、複数種類の画像による当該特徴的な構造の位置関係の特定精度とを両立させながら的確に検査を行うことができる。

[0069] また、制御部 11 は、判定部（判定処理部）として、上記二次元データを VAE により次元数削減し、当該次元数削減がなされて得られた潜在変数に基づいて特性情報を抽出、出力してもよい。上述のように特徴と当該特徴の位置情報（位置関係）とが維持された二次元データを VAE によりエンコードすることで、より適切に検出対象の特性の抽出が可能になる。

[0070] また、VAE は、対象物（被写体 H）に所定の異常（例えば、軽元素異物の混入）がない場合の複数種類の放射線撮影画像データを用いて学習されたものであり、制御部 11 は、判定部（判定処理部）として、VAE で得られた潜在変数に基づいて（デコードして）、入力された元の放射線撮影画像を復元する。そして、復元データと元の二次元データとの差分に基づいて、特性情報として上記所定の異常を検出する。

このように複数種類の画像を個別に畳み込んだ後に統合された二次元データに対して正常時の対象物の画像により学習された VAE を用いてエンコードしたのち、デコードして復元することで、正常な範囲外の対象物の異常検出も適切に位置情報を維持したまま行うことができる。

[0071] また、制御部 11 は、取得部として、複数種類の X 線撮影画像を対象物の複数の状態についてそれぞれ取得し、判定部として、複数の状態の複数種類の放射線撮影画像のそれぞれについて特徴マップを生成し（生成部）、これら複数の特徴マップを統合する（統合部）。すなわち、X 線撮影画像が状態変化するような場合、複数の状態の複数種類の画像をそれぞれ個別に畳み込み処理した後に、複数の状態についても画素位置を合わせて二次元データに統合することで、同一の位置における状態変化を考慮した特性の検出を適切に行うことができる。

- [0072] また、放射線撮影画像は、タルボ型のX線撮影装置により得られた吸収画像、小角散乱画像及び微分位相画像、並びにこれらに基づく演算により得られた画像のうち2つ以上を含む。タルボ型X線撮影装置では、再構成により容易に上記3種類の画像を取得することができるので、これらの画像を組み合わせた出力を可能とすることで、ユーザーが経験に基づいて比較判断していた従来の検査を適切にまとめてより定量的に評価することができる。
- [0073] また、特性情報には、対象物内の空隙、亀裂、隙間、樹脂の流動に伴うウェルド、剥離、異物、特定成分の異常析出及び凝集、並びに微小構造の配向性又は分散の局所異常のうち少なくともいずれかが含まれる。このように、複数種類の画像の組み合わせを適切に定量評価可能とすることで、対象物の内部の異常部分を非破壊で適切に検出することができる。
- [0074] また、制御部11は、領域設定部として、判定部として出力された特性情報が所定の基準条件を満たす領域を設定する。すなわち、単に特性情報を出力するだけでなく、検査結果に基づいて注目が必要な領域がユーザーにより容易に知得可能とすることができる。
- [0075] また、上記基準条件は、所定の検査装置による検査の必要性に係る条件である。すなわち、他の検査装置で更なる検査が必要な領域を設定することで、検査の設定漏れを防止することができる。また、当該他の検査装置などでこの設定領域の情報が取得可能とすることで、ユーザーが手動設定せずとも容易に注目領域の検査を実施することができる。
- [0076] また、本実施形態の検査システム100は、上述の処理装置1と、所定の検査装置60と、を備え、検査装置60の制御部61は、制御部11により出力された特性情報に基づいて、自機による検査の必要な領域を設定する。すなわち、この検査システム100では、処理装置1により特定された検査の必要な領域の情報を取得して検査装置60自身で対象物（被写体H）の検査が必要なエリアを特定し、設定することができるので、ユーザーの手間を軽減し、また検査漏れを効果的に抑制することができる。
- [0077] また、本実施形態のプログラム121をインストールして制御部11によ

りソフトウェア的に実行することで、容易に複数種類の放射線撮影画像を組み合わせた定量的な検査が可能になるので、ユーザーの経験などに応じた検査、判定を客観的かつ定量的に行うことができる。

[0078] なお、本発明は、上記実施の形態に限られるものではなく、様々な変更が可能である。

例えば、上記実施の形態では、学習済モデルとして、畳み込み処理と全結合層が用いられたものを例に挙げて説明したが、位置情報が保持されたまま画像データの特徴量を抽出可能な処理であれば、畳み込み処理に限られず、また、統合マップから特性情報が抽出可能なものであれば、全結合されなくてもよい。

[0079] また、複数の状態の画像を用いる場合、異なる各状態の画像は、異なるタイミングでの撮影であってもよいし、異なる放射線撮影装置や異なる設定条件での撮影によってなされたものであってもよい。

[0080] また、上記実施の形態では、タルボ型のX線撮影装置により得られる3種類の画像データを用いた場合について説明したが、他の放射線撮影装置に得られた画像であってもよく、また、画像の位置関係が合っていれば、異なる放射線撮影装置によって得られた複数種類の画像の組み合わせであってもよい。なお、複数種類の画像の位置（撮像範囲）に若干のずれがある場合には、統合時に当該ずれを考慮して一次元配列、二次元データ又は三次元データを生成してもよく、ずれにより生じる空白部分をゼロ値データなどで穴埋めしてもよい。

[0081] また、タルボ型X線撮影装置による撮影画像であるか否かにかかわらず、検出対象は対象物の空隙又は軽元素異物に限られない。他のものであってもよい。

[0082] また、上記実施の形態では、検査システム100内に位置する放射線撮影装置50及び処理装置1について、放射線撮影装置50から画像が取得されるものとして説明したが、画像データは、インターネットを介して外部から取得されてもいいし、DVDやフラッシュメモリーなどの可搬型記憶媒体に

より入力されたものであってもよい。

[0083] また、以上の説明では、本発明に係る制御部 1 1 の処理動作に係るプログラム 1 2 1 のコンピューター読み取り可能な媒体として不揮発性メモリ及び／又は HDD などの補助記憶装置を有する記憶部 1 2 を例に挙げて説明したが、これに限定されない。その他のコンピューター読み取り可能な媒体として、CD-ROM や DVD ディスクなどの可搬型記憶媒体を適用することが可能である。また、本発明に係るプログラムのデータを通信回線を介して提供する媒体として、キャリアウェーブ（搬送波）も本発明に適用される。

その他、上記実施の形態で示した具体的な構成、処理動作の内容及び手順などは、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

産業上の利用可能性

[0084] この発明は、放射線画像判定装置、検査システム及びプログラムに関する。

符号の説明

[0085] 1 処理装置
1 1 制御部
1 2 記憶部
1 2 1 プログラム
1 2 2 学習済モデル
1 3 通信部
1 4 操作受付部
1 5 表示部
5 0 放射線撮影装置
5 1 X線発生装置
5 1 a 線源
5 2 線源格子
5 2 a 支持部
5 3 被写体台

- 5 4 第 1 格子
- 5 5 第 2 格子
- 5 6 X線検出器
- 5 7 支柱
- 5 7 a 支持部
- 5 8 基台部
- 5 9 1 ろ過フィルター
- 5 9 2 照射野絞り
- 5 9 3 照射野ランプ
- 6 0 検査装置
- 6 1 制御部
- 1 0 0 検査システム
- H 被写体

請求の範囲

- [請求項1] 撮像の対象物に係る複数種類の放射線撮影画像を取得する取得部と、
- 、
- 前記複数種類の放射線撮影画像の入力に対して前記対象物の特性情報を出力する学習済モデルを有する判定部と、
- を備え、
- 前記判定部は、
- 前記複数種類の放射線撮影画像を各々畳み込み処理して、それぞれ所定サイズの特徴マップを生成する生成部と、
- 複数の前記特徴マップの内容を統合した統合データを生成する統合部と、
- 前記統合データに基づいて前記特性情報を出力する判定処理部と、
- を有する
- 放射線画像判定装置。
- [請求項2] 前記統合部は、前記複数の特徴マップの各画素値を一次元配列して統合データを生成する請求項1記載の放射線画像判定装置。
- [請求項3] 前記統合部は、
- 前記複数の特徴マップの各画素値を各々一次元配列し、
- 前記特徴マップにおける画素位置に応じて前記一次元配列の位置を対応付けて二次元配置した二次元データを生成し、
- 当該二次元データに対して畳み込み処理を行って得られた特徴マップの各画素値を一次元配列して前記統合データを生成する
- 請求項1記載の放射線画像判定装置。
- [請求項4] 前記統合部は、
- 前記複数の特徴マップを当該特徴マップの二次元面に垂直な方向に重ねた三次元データを生成し、
- 当該三次元データに対して畳み込み処理を行って前記二次元面内の二次元特徴マップに変換し、

変換後の前記二次元特徴マップの各画素値を一次元配列して前記統合データを生成する

請求項 1 記載の放射線画像判定装置。

[請求項5] 前記判定処理部は、前記二次元データを V A E により次元数削減し、当該次元数削減がなされて得られた潜在変数に基づいて前記特性情報を出力する請求項 3 記載の放射線画像判定装置。

[請求項6] 前記 V A E は、前記対象物に異常がない場合の前記複数種類の放射線撮影画像データを用いて学習されたものであり、

前記判定処理部は、前記潜在変数に基づいて入力された前記放射線撮影画像を復元し、当該復元された画像と前記放射線撮影画像との差分に基づいて前記特性情報を得る請求項 5 記載の放射線画像判定装置。

[請求項7] 前記取得部は、前記複数種類の放射線撮影画像を前記対象物の複数の状態についてそれぞれ取得し、

前記生成部は、前記複数の状態の前記複数種類の放射線撮影画像のそれぞれについて前記特徴マップを生成し、

前記統合部は、前記複数の特徴マップに基づいて前記統合データを生成する

請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の放射線画像判定装置。

[請求項8] 前記放射線撮影画像は、タルボ型の X 線撮影装置により得られた吸収画像、小角散乱画像及び微分位相画像、並びにこれらに基づく演算により得られた画像のうち 2 つ以上を含む請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の放射線画像判定装置。

[請求項9] 前記特性情報には、前記対象物内の空隙、亀裂、隙間、樹脂の流動に伴うウェルド、剥離、異物、特定成分の異常析出及び凝集、並びに微小構造の配向性又は分散の局所異常のうち少なくともいずれかが含まれる請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の放射線画像判定装置。

[請求項10] 前記判定部により出力された前記特性情報が所定の基準条件を満た

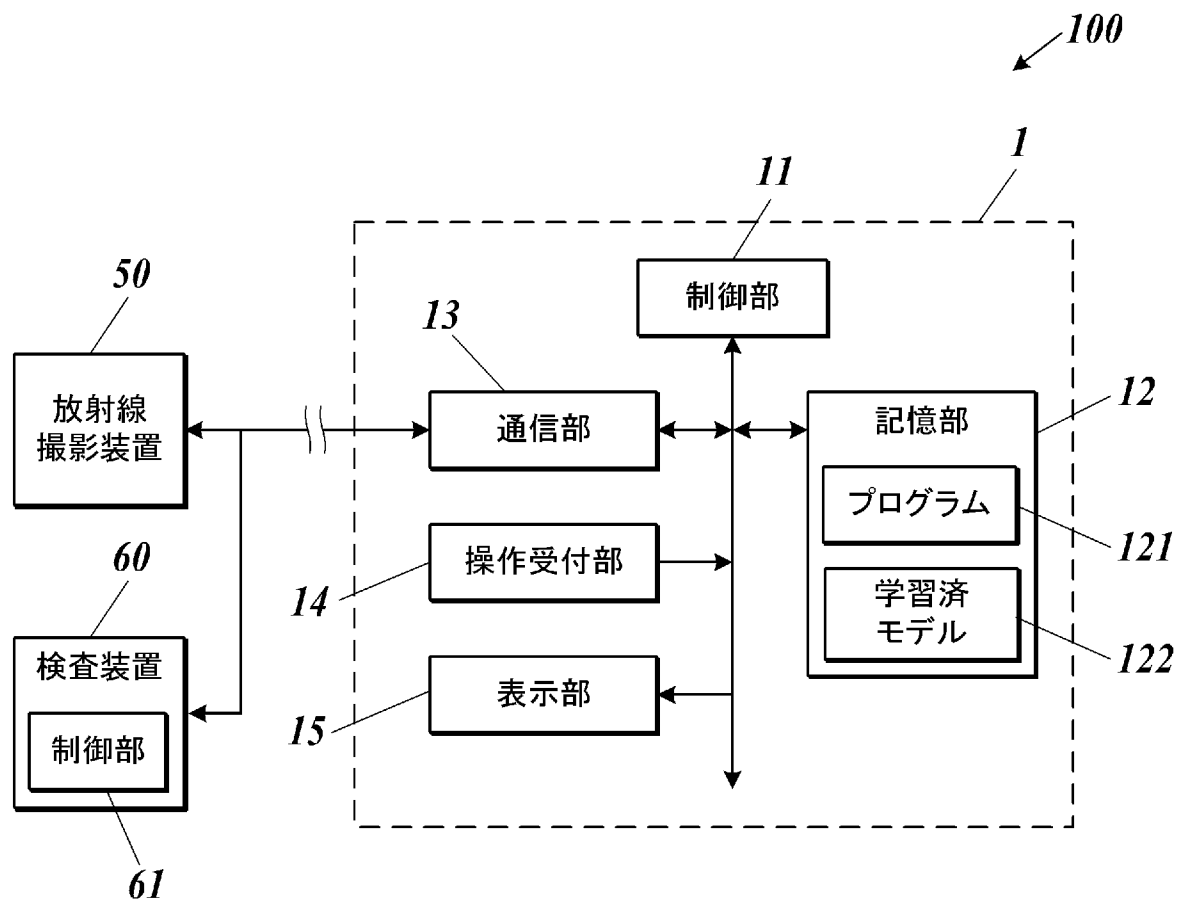
す領域を設定する領域設定部を備える請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の放射線画像判定装置。

[請求項11] 前記基準条件は、所定の検査装置による検査の必要性に係る条件である請求項 10 記載の放射線画像判定装置。

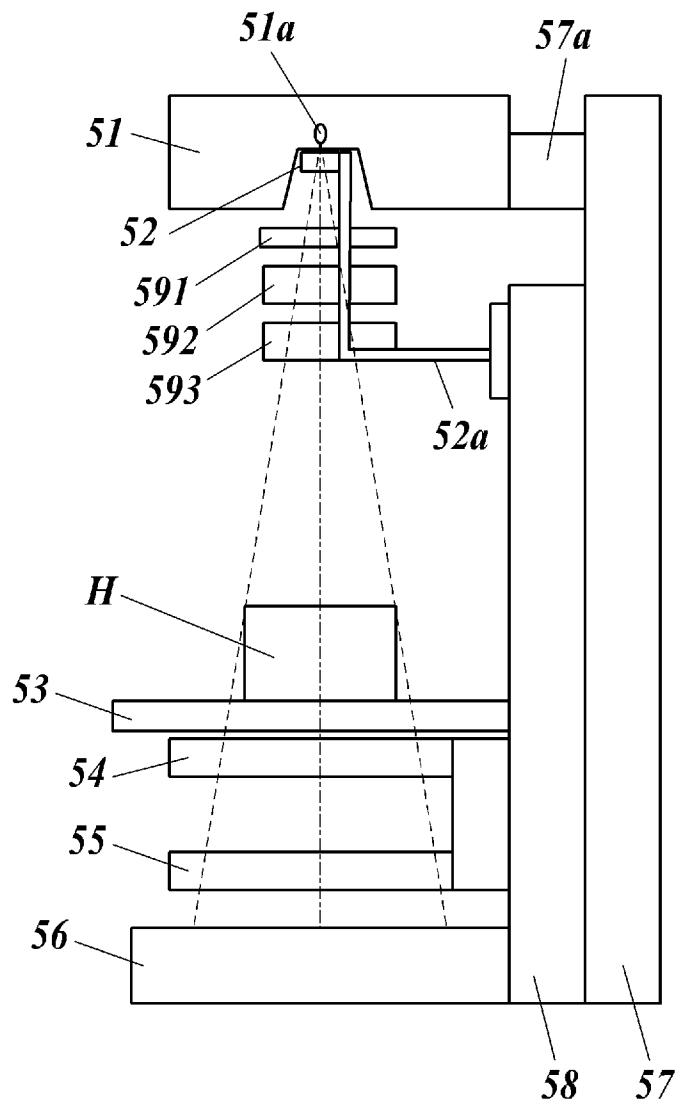
[請求項12] 請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の放射線画像判定装置と、
所定の検査装置と、
を備え、
前記検査装置は、前記判定部により出力された前記特性情報に基づいて、自機による検査の必要な領域を設定する検査設定部を備える検査システム。

[請求項13] コンピューターを、
撮像の対象物に係る複数種類の放射線撮影画像を取得する取得手段、
、
前記複数種類の放射線撮影画像の入力に対して前記対象物の特性情報を出力する学習済モデルを有する判定手段、
として機能させ、
前記判定手段は、
前記複数種類の放射線撮影画像を各々畳み込み処理して、それぞれ所定サイズの特徴マップを生成する生成手段と、
複数の前記特徴マップの内容を統合した統合データを生成する統合手段と、
前記統合データに基づいて前記特性情報を出力する判定処理手段と、
、
を有する
プログラム。

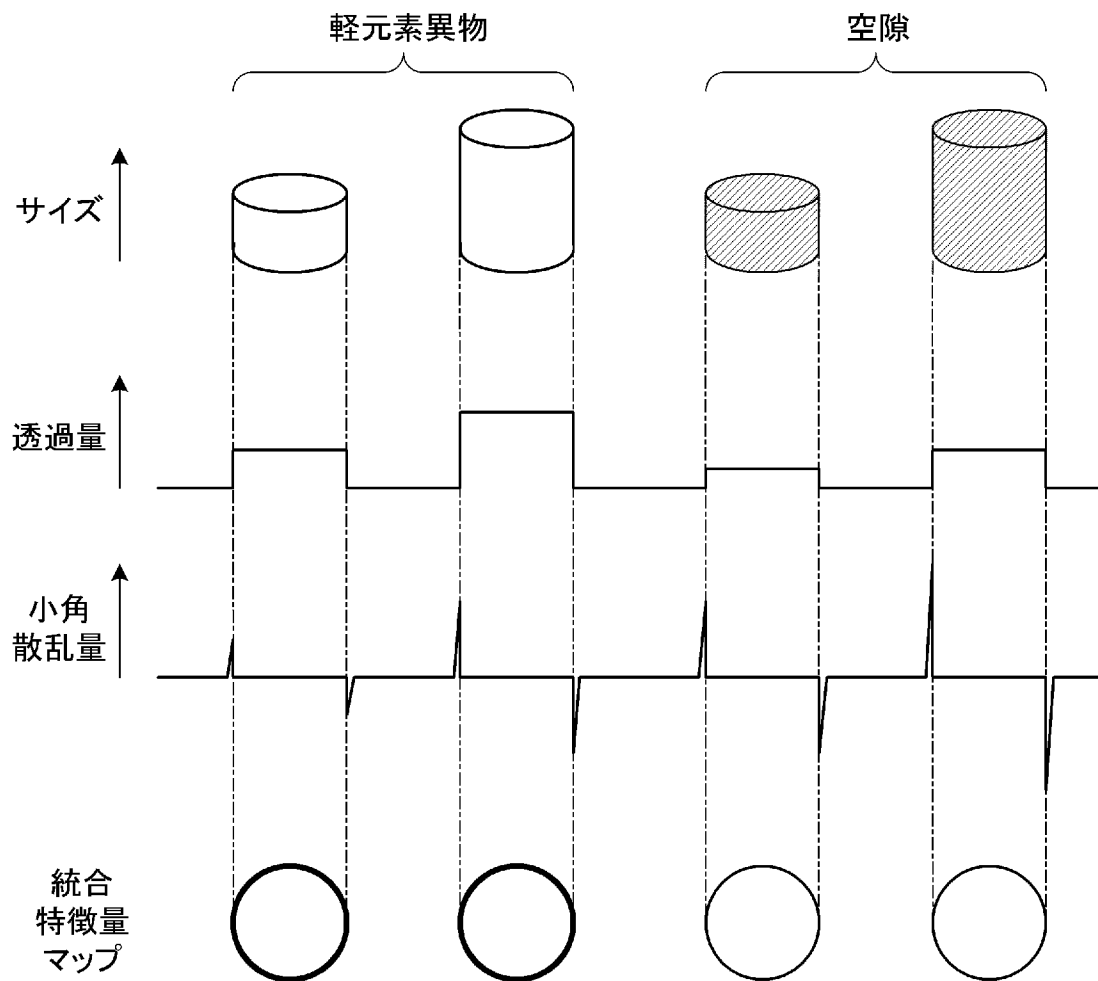
[図1]



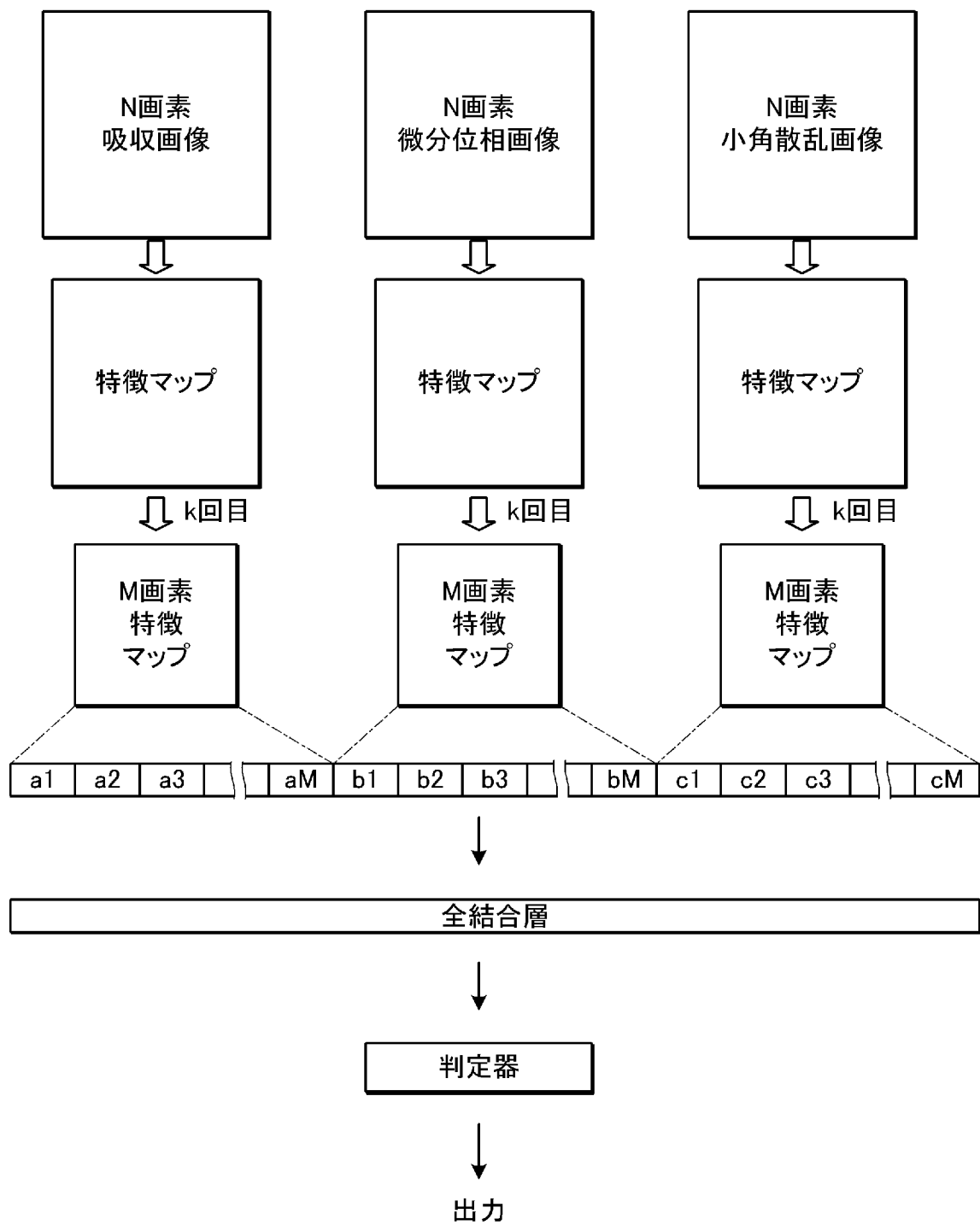
[図2]



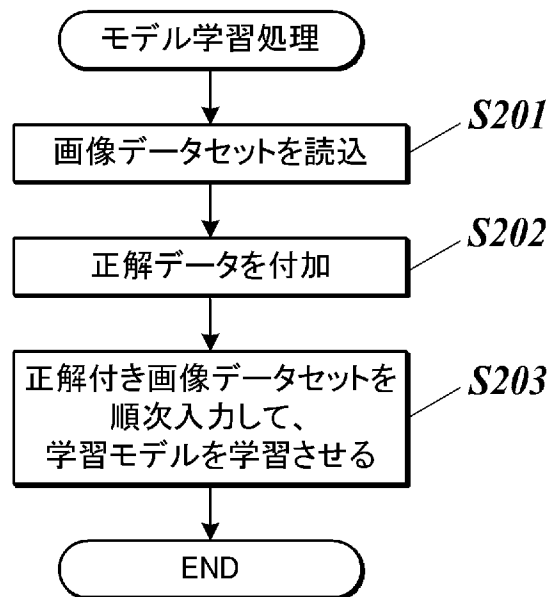
[図3]



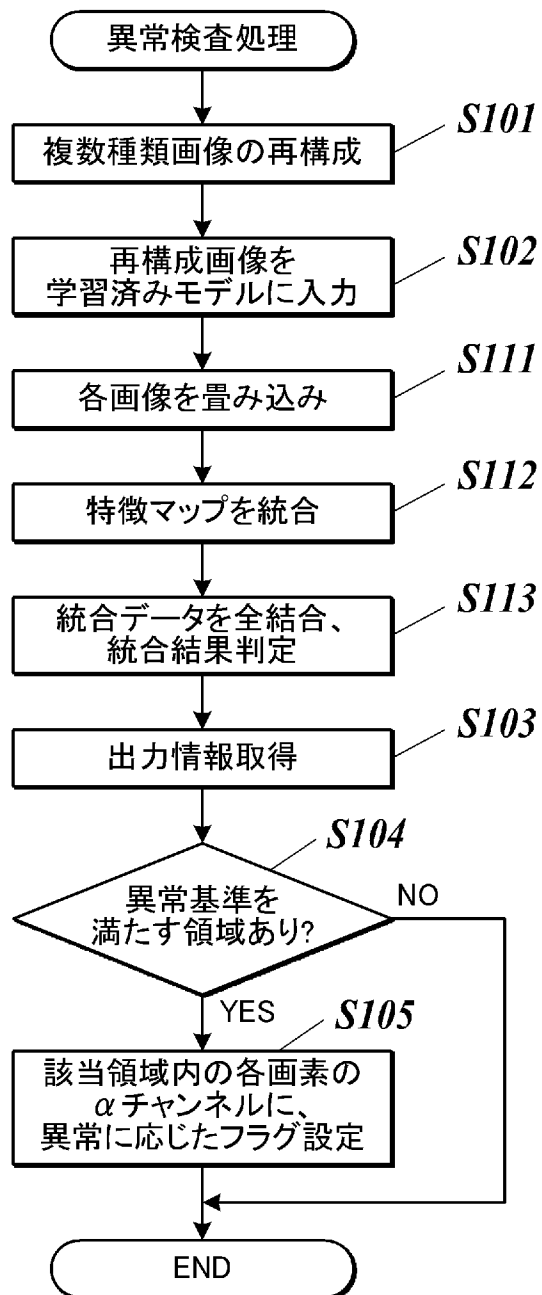
[図4]



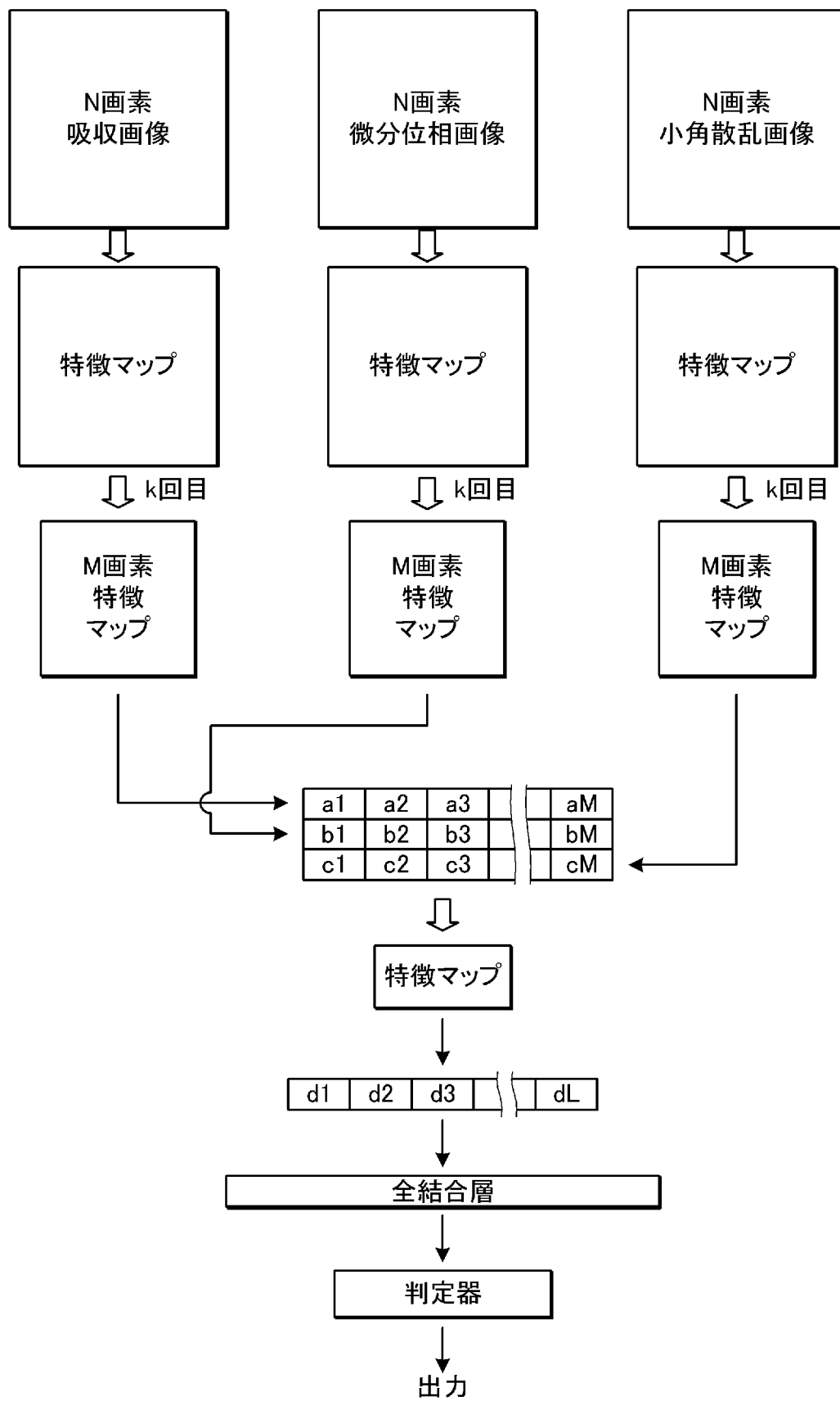
[図5]



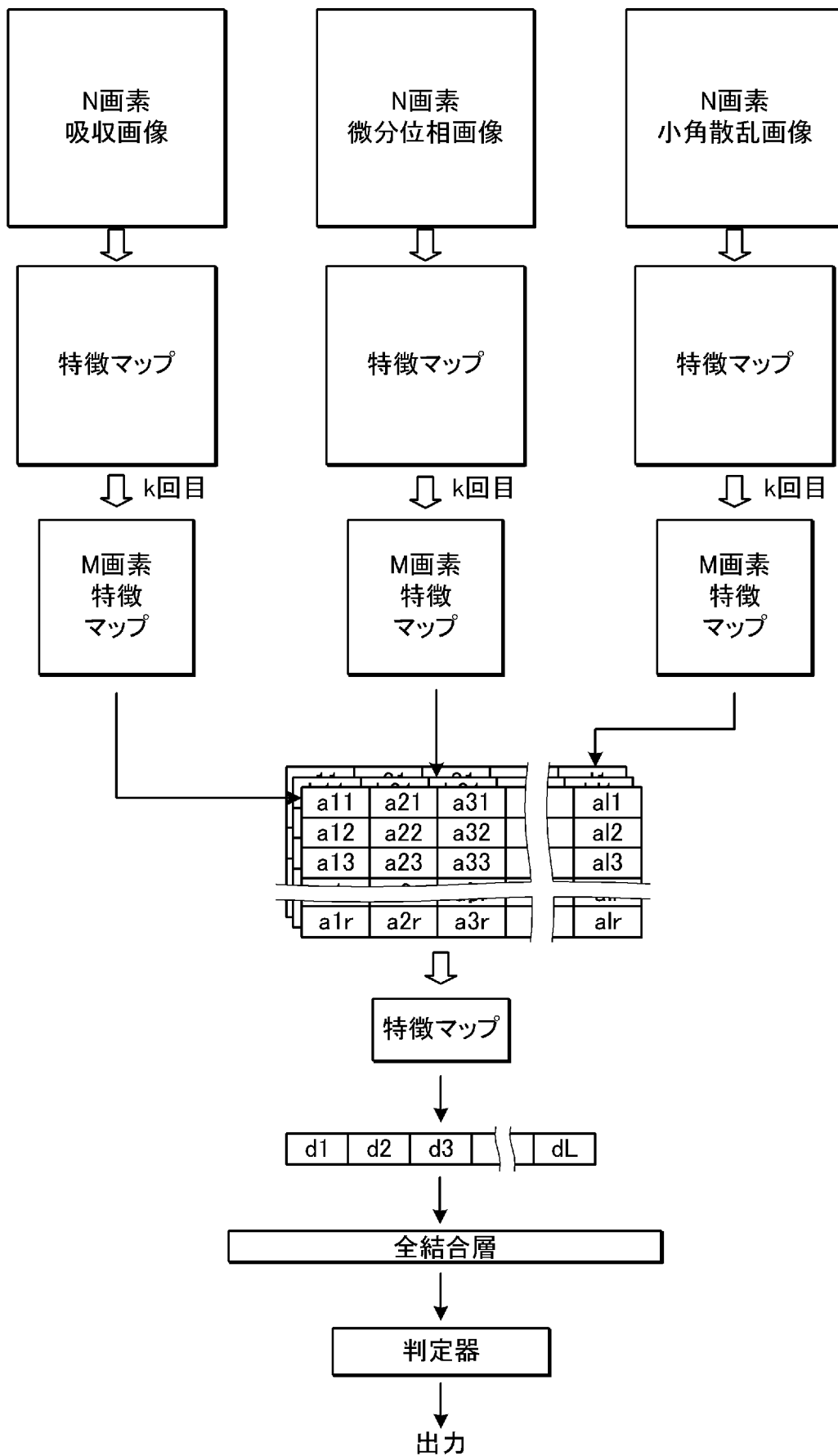
[図6]



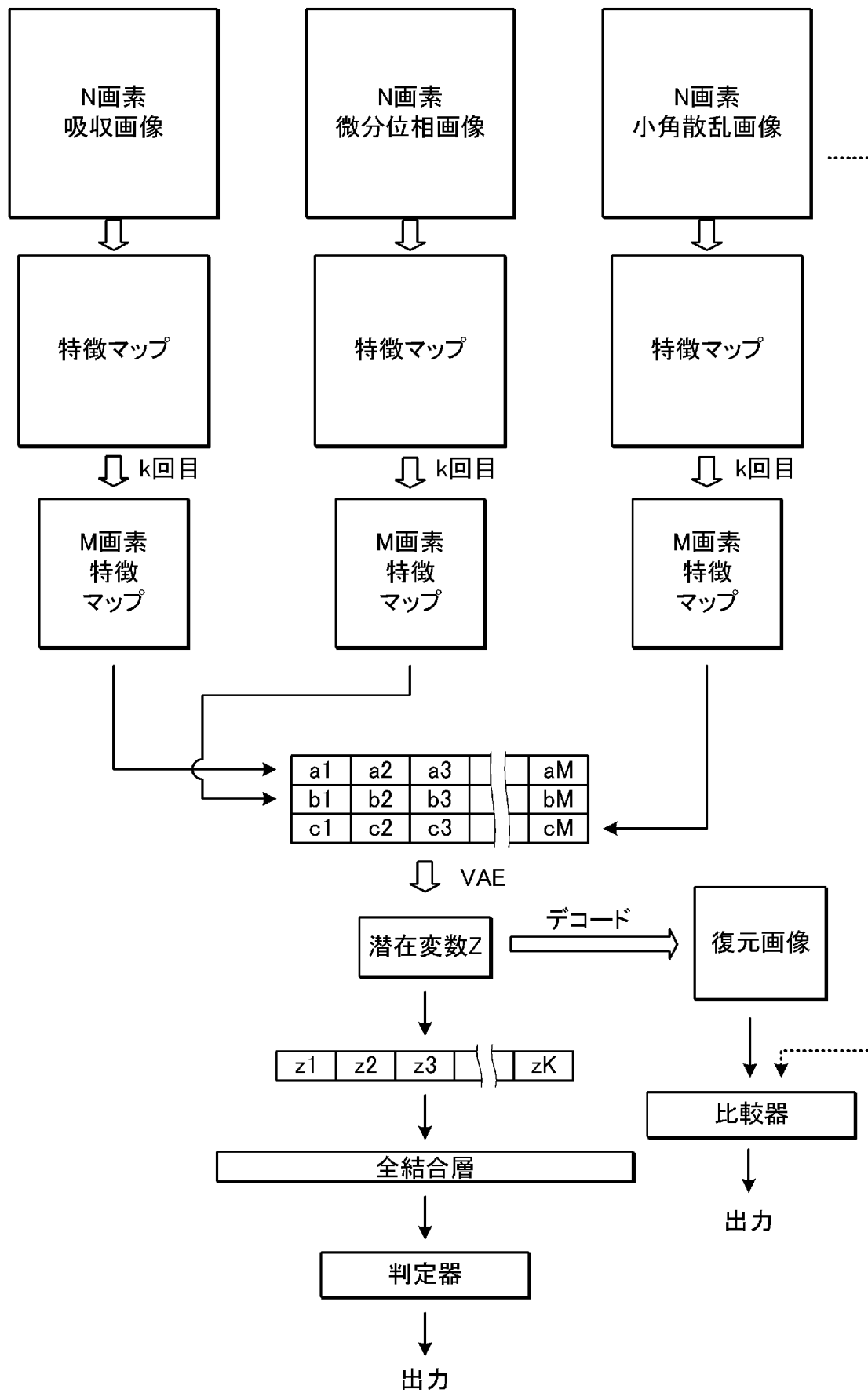
[図7]



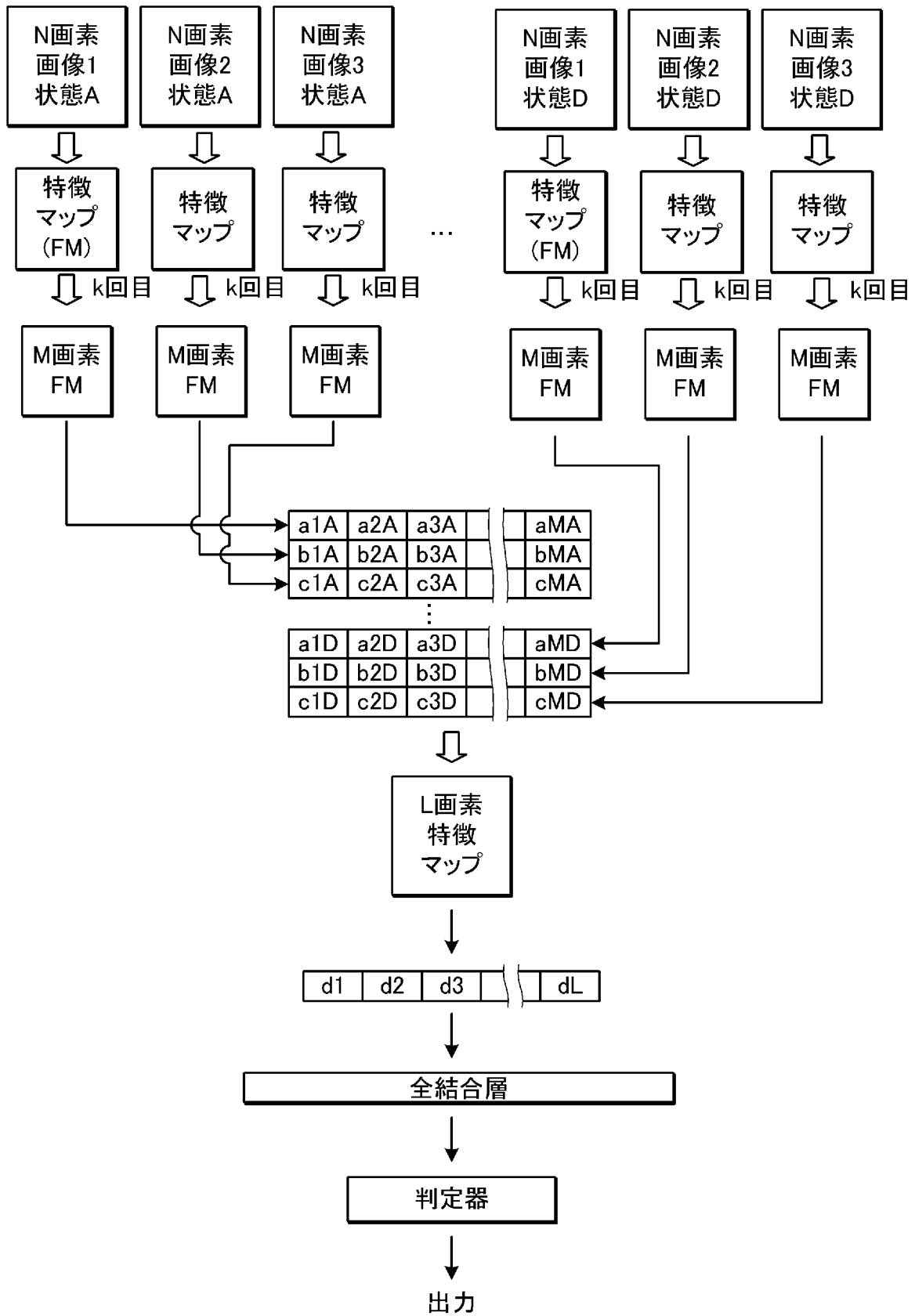
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/025661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06T7/00(2017.01)i, A61B6/00(2006.01)i, G01N23/041(2018.01)i, G01N23/18(2018.01)i

FI: G01N23/041, A61B6/00330Z, A61B6/00300J, A61B6/00350D, A61B6/00350P, G01N23/18, G06T7/00350B, G06T7/00300F

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. G01N23/00-23/2276, A61B6/00-6/14, G06T7/00-7/90

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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII), Science Direct, KAKEN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2019-093137 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 20.06.2019 (2019-06-20), claims 1-23	1, 7-13 2-6
P, A	JP 2019-184450 A (KONICA MINOLTA, INC.) 24.10.2019 (2019-10-24)	1-13
P, A	US 2020/0027254 A1 (THE BOARD OF TRUSTEES OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY) 23.01.2020 (2020-01-23)	1-13
A	WO 2018/048575 A1 (ELEKTA, INC.) 15.03.2018 (2018- 03-15)	1-13
A	WO 2018/039368 A1 (ELEKTA, INC.) 01.03.2018 (2018- 03-01)	1-13



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

"I" 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

03.09.2020

Date of mailing of the international search report

24.09.2020

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

International application No.

PCT/JP2020/025661

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/0338496 A1 (THE TRUSTEES OF COLUMBIA UNIVERSITY IN THE CITY NEW YORK) 19.12.2013 (2013-12-19)	1-13
A	US 2015/0312495 A1 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 29.10.2015 (2015-10-29)	1-13
A	JP 2018-531648 A (SALESFORCE.COM INC.) 01.11.2018 (2018-11-01)	1-13
A	JP 2013-134193 A (HITACHI GE NUCLEAR ENERGY LTD.) 08.07.2013 (2013-07-08)	1-13
A	JP 2017-044603 A (TOHOKU UNIVERSITY) 02.03.2017 (2017-03-02)	1-13
A	JP 2018-011870 A (CANON INC.) 25.01.2018 (2018-01-25)	1-13
A	US 2018/0144209 A1 (LUNIT INC.) 24.05.2018 (2018-05-24)	1-13
A	US 2019/0050992 A1 (ELEKTA, INC.) 14.02.2019 (2019-02-14)	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/025661

JP 2019-093137 A	20.06.2019	US 2019/0150857 A1 claims 1-23 US 2019/0156484 A1 US 2019/0164285 A1 CN 109817304 A
JP 2019-184450 A	24.10.2019	US 2019/0317027 A1
US 2020/0027254 A1	23.01.2020	(Family: none)
WO 2018/048575 A1	15.03.2018	JP 2019-526380 A US 2019/0192880 A1 EP 3509697 A1 AU 2017324627 A CN 109843377 A
WO 2018/039368 A1	01.03.2018	JP 2019-526863 A US 2018/0061058 A1 EP 3504681 A1 AU 2017315674 A CN 109906470 A
US 2013/0338496 A1	19.12.2013	US 2014/0088415 A1 WO 2012/082789 A2 WO 2012/082804 A2 EP 2651309 A2 KR 10-2014-0058399 A
US 2015/0312495 A1	29.10.2015	AU 2014202322 A
JP 2018-531648 A	01.11.2018	JP 2019-61710 A US 2017/0046616 A1 US 2019/0213482 A1 WO 2017/031088 A1 EP 3335158 A1 EP 3582151 A1 CA 2994713 A AU 2016308097 A CN 108140141 A AU 2018229500 A CN 110688891 A
JP 2013-134193 A	08.07.2013	(Family: none)
JP 2017-044603 A	02.03.2017	US 2018/0356355 A1 WO 2017/033854 A1 EP 3346260 A1 CN 108449980 A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/025661

JP 2018-011870 A	25.01.2018	US 2018/0025250 A1
US 2018/0144209 A1	24.05.2018	KR 10-2018-0057420 A
US 2019/0050992 A1	14.02.2019	JP 2019-531783 A
		US 2018/0218503 A1
		US 2018/0061059 A1
		WO 2018/039380 A1
		EP 3504680 A1
		AU 2017315684 A
		CN 109923582 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06T 7/00(2017.01)i; A61B 6/00(2006.01)i; G01N 23/041(2018.01)i; G01N 23/18(2018.01)i FI: G01N23/041; A61B6/00 330Z; A61B6/00 300J; A61B6/00 350D; A61B6/00 350P; G01N23/18; G06T7/00 350B; G06T7/00 300F		
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）） G01N23/00-23/2276, A61B6/00-6/14, G06T7/00-7/90 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 1971-2020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 国際調査で利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） JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), Science Direct, KAKEN		
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 2019-093137 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 20.06.2019 (2019 - 06 - 20)	1, 7-13
A	請求項 1 - 2 3	2-6
P, A	JP 2019-184450 A (コニカミノルタ株式会社) 24.10.2019 (2019 - 10 - 24)	1-13
P, A	US 2020/0027254 A1 (THE BOARD OF TRUSTEES OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY) 23.01.2020 (2020 - 01 - 23)	1-13
A	WO 2018/048575 A1 (ELEKTA, INC.) 15.03.2018 (2018 - 03 - 15)	1-13
A	WO 2018/039368 A1 (ELEKTA, INC.) 01.03.2018 (2018 - 03 - 01)	1-13
A	US 2013/0338496 A1 (THE TRUSTEES OF COLUMBIA UNIVERSITY IN THE CITY NEW YORK) 19.12.2013 (2013 - 12 - 19)	1-13
A	US 2015/0312495 A1 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 29.10.2015 (2015 - 10 - 29)	1-13
☒ 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、一般的な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 “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 03.09.2020		国際調査報告の発送日 24.09.2020
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） 嶋田 行志 2W 8353 電話番号 03-3581-1101 内線 3257

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
A	JP 2018-531648 A (セールスフォース ドット コム インコーポレイティッド) 01.11.2018 (2018 - 11 - 01)	1-13
A	JP 2013-134193 A (日立GEニュークリア・エナジー株式会社) 08.07.2013 (2013 - 07 - 08)	1-13
A	JP 2017-044603 A (国立大学法人東北大学) 02.03.2017 (2017 - 03 - 02)	1-13
A	JP 2018-011870 A (キャノン株式会社) 25.01.2018 (2018 - 01 - 25)	1-13
A	US 2018/0144209 A1 (LUNIT INC.) 24.05.2018 (2018 - 05 - 24)	1-13
A	US 2019/0050992 A1 (ELEKTA, INC.) 14.02.2019 (2019 - 02 - 14)	1-13

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/JP2020/025661

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2019-093137	A	20.06.2019	US	2019/0150857	A1	
					claims 1-23		
				US	2019/0156484	A1	
				US	2019/0164285	A1	
				CN	109817304	A	
JP	2019-184450	A	24.10.2019	US	2019/0317027	A1	
US	2020/0027254	A1	23.01.2020	(ファミリーなし)			
WO	2018/048575	A1	15.03.2018	JP	2019-526380	A	
				US	2019/0192880	A1	
				EP	3509697	A1	
				AU	2017324627	A	
				CN	109843377	A	
WO	2018/039368	A1	01.03.2018	JP	2019-526863	A	
				US	2018/0061058	A1	
				EP	3504681	A1	
				AU	2017315674	A	
				CN	109906470	A	
US	2013/0338496	A1	19.12.2013	US	2014/0088415	A1	
				WO	2012/082789	A2	
				WO	2012/082804	A2	
				EP	2651309	A2	
				KR	10-2014-0058399	A	
US	2015/0312495	A1	29.10.2015	AU	2014202322	A	
JP	2018-531648	A	01.11.2018	JP	2019-61710	A	
				US	2017/0046616	A1	
				US	2019/0213482	A1	
				WO	2017/031088	A1	
				EP	3335158	A1	
				EP	3582151	A1	
				CA	2994713	A	
				AU	2016308097	A	
				CN	108140141	A	
				AU	2018229500	A	
				CN	110688891	A	
JP	2013-134193	A	08.07.2013	(ファミリーなし)			
JP	2017-044603	A	02.03.2017	US	2018/0356355	A1	
				WO	2017/033854	A1	
				EP	3346260	A1	
				CN	108449980	A	
JP	2018-011870	A	25.01.2018	US	2018/0025250	A1	
US	2018/0144209	A1	24.05.2018	KR	10-2018-0057420	A	
US	2019/0050992	A1	14.02.2019	JP	2019-531783	A	
				US	2018/0218503	A1	
				US	2018/0061059	A1	
				WO	2018/039380	A1	
				EP	3504680	A1	
				AU	2017315684	A	
				CN	109923582	A	