(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
2023年5月25日(25.05.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/089846 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/88 (2006.01) *G06T 7/00* (2017.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/018250

(22) 国際出願日： 2022年4月20日(20.04.2022)

(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 2021-189118 2021年11月22日(22.11.2021) JP

(71) 出願人：株式会社Ｒｏｘｙ (**ROXY CORP.**) [JP/JP]; 〒4520808 愛知県名古屋市西区宝地町３５８番地の２ Aichi (JP).

(72) 発明者：石黒 貴之 (**ISHIGURO Takayuki**); 〒4820041 愛知県岩倉市東町東出口４４番地 Aichi (JP). 星野 仁 (**HOSHINO Hitoshi**); 〒4520808 愛知県名古屋市西区宝地町３５８番地 Aichi (JP).

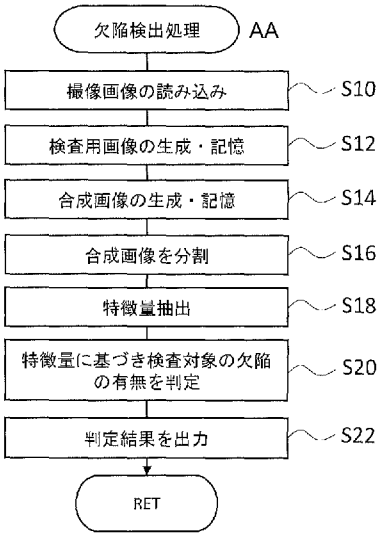
(74) 代理人：福山 正寿 (**FUKUYAMA Masatoshi**); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄一丁目２３番２９号 伏見ポイントビル３Ｆ Aichi (JP).

(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, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) **Title:** INSPECTION DEVICE AND INSPECTION METHOD, AND PROGRAM FOR USE IN SAME

(54) 発明の名称： 検査装置および検査方法並びにこれに用いるプログラム

［図8］



S10 Read captured image
S12 Generate and store inspection image
S14 Generate and store composite image
S16 Divide composite image
S18 Extract feature amount
S20 Determine presence or absence of defect of inspection target on basis of feature amount
S22 Output determination result
AA Defect detection process

(57) **Abstract:** [Problem] To improve learning accuracy and inspection accuracy and to shorten a learning time and an inspection time. [Solution] The present invention involves: reading a plurality of captured images of an inspection target 90 captured by a camera 70 in different imaging modes (step S10); generating, from the plurality of captured images, inspection images (gloss suppressed image GRim, shape highlighted image Sim, and stereoscopic image Zim) and storing the images (step S12); and assigning the inspection images (gloss suppressed image Grim, shape highlighted image Sim, and stereoscopic image Zim) respectively to R channel CHr, G channel CHg, and B channel CHb, so as to generate and store a composite image SYim (step S14). The present invention also involves: dividing the composite image SYim (step

WO 2023/089846 A1

［続葉有］

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, 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)）

S16); and extracting a feature amount from divided composite images SYim (step S18). The present invention further involves: determining, by using the extracted feature amount, the presence or absence of a defect of the inspection target 90 (step S20); and outputting a determination result (step S22).

(57) 要約：【課題】学習精度や検査精度を向上すること、また、学習時間や検査時間の短縮を図ること。 【解決手段】カメラ７０によって異なる撮像態様で撮像された検査対象９０の複数の撮像画像を読み込み（ステップＳ１０）、複数の撮像画像から検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）を生成・記憶し（ステップＳ１２）、当該検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）をそれぞれＲチャンネルＣＨｒ、Ｇチャンネル ＣＨｇ、および、Ｂチャンネル ＣＨｂに割り当てることで合成画像ＳＹｉｍを生成・記憶する（ステップＳ１４）。そして、合成画像ＳＹｉｍを分割して（ステップＳ１６）、分割した合成画像ＳＹｉｍから特徴量を抽出する（ステップＳ１８）。抽出した特徴量を用いて検査対象９０の欠陥の有無を判定し（ステップＳ２０）、判定結果を出力する（ステップＳ２２）。

明　細　書

発明の名称 ：

検査装置および検査方法並びにこれに用いるプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、検査対象の画像を用いて当該検査対象の欠陥の有無を検査する検査装置および検査方法並びにこれに用いるプログラムに関するものである。

背景技術

[0002] 特開２０１８－２０５０００号公報（特許文献１）には、正反射画像や拡散反射画像、形状画像など、異なる種別の欠陥を検出可能な複数の検査用画像を用いて合成画像を生成し、当該合成画像を用いてワークの欠陥の有無を検査する検査装置が記載されている。

[0003] 当該検査装置では、合成画像における非欠陥部および欠陥部を以下のように設定する。即ち、合成画像のうち、複数の検査用画像において非欠陥部と認定した画素値範囲に含まれる領域を非欠陥領域として設定すると共に、当該画素値範囲に含まれない領域を欠陥領域として設定する。これにより、検査者は、合成画像を見るのみで、異なる種別の欠陥を検出することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１８－２０５０００号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、近年、検査対象から欠陥を検出する検査装置において、畳み込みニューラルネットワーク（Ｃｏｎｖｏｌｕｔｉｏｎａｌ　Ｎｅｕｒａｌ　Ｎｅｔｗｏｒｋｓ）を用いて、検査対象の画像から自動的に欠陥の有無を判定することが行われている。上述した公報に記載の検査装置においても、合

成画像を畳み込みニューラルネットワークに入力することで、自動的に欠陥の有無を判定することが可能である。しかしながら、上述した公報に記載の検査装置のように、複数の検査用画像から合成画像を生成する場合、検査用画像である複数の検査用画像それぞれが有する複数の情報のいくつかが欠落する場合がある。このように、検査用画像が有するいくつかの情報が欠落した状態で生成された合成画像では、畳み込みニューラルネットワークを用いた欠陥の有無の判定において合成前の検査用画像よりも判定精度が悪化する場合があり、なお改良の余地がある。なお、複数の検査用画像それぞれを畳み込みニューラルネットワークに入力することも考えられるが、複数の検査用画像それぞれについて、畳み込みニューラルネットワークの学習を行う必要があり、学習時間や検査時間が長くなってしまう。

[0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、学習精度や検査精度の向上に資する技術を提供することを目的の一つとする。また、本発明は、学習時間や検査時間の短縮に資する技術を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る検査装置の好ましい形態によれば、検査対象の画像を用いて当該検査対象の欠陥の有無を検査する検査装置が構成される。当該検査装置は、画像取得部と、検査用画像生成部と、可逆画像合成部と、特徴量抽出器と、判定器と、を備えている。画像取得部は、少なくとも１枚の検査対象の撮像画像を取得可能である。検査用画像生成部は、撮像画像から検査対象の欠陥の検出に適した少なくとも第１および第２検査用画像を生成可能である。可逆画像合成部は、第１検査用画像が有する第１画像情報および第２検査用画像が有する第２画像情報を全て有する状態かつ第１および第２検査用画像を位置合わせした状態で第１および第２検査用画像を重畳させた合成画像を生成可能である。また、可逆画像合成部は、第１画像情報を全て有する第１検査用画像と，第２画像情報を全て有する第２検査用画像と，合成画像を分離可能である。特徴量抽出器は、機械学習を用いて合成画像から特徴量を抽出可能である。判定器は、特徴量に基づいて検査対象の欠陥の有無を判定

可能である。ここで、本発明における「第１検査用画像」および「第２検査用画像」は、撮像画像に非可逆的な算術フィルタ処理を施して生成したフィルタ処理画像や、撮像画像そのものとフィルタ処理画像とを非可逆的に合成して生成した画像、あるいは、撮像画像が異なる撮像態様で撮像された複数の画像である場合には、当該複数の撮像画像そのものや、当該複数の撮像画像にフィルタ処理を含む任意の画像処理を施した画像などがこれに該当する。「異なる撮像態様」とは、異なる波長の光で撮像可能な各種カメラと、異なる波長の光を照射可能な照明と、の組み合わせで撮像する態様や、異なるカメラの位置や異なる照明の位置で撮像する態様、カメラの露光時間や光の照射時間を変えた異なる撮像モードで撮像する態様、異なるパターンの光を検査対象に照射して撮像する態様、光や音波などの反射時間を計測して検査対象の物体形状を画像化する態様などがこれに該当する。また、本発明における「第１画像情報」および「第２画像情報」は、典型的には、画像情報の種類の数を意味するチャンネル数や、検査対象の物理的な位置を示す位置情報、各位置として測定した情報を示す画素値などがこれに該当する。

[0008] 本発明によれば、合成画像のみを用いて特徴量抽出器や判定器を学習させれば良いため、第１および第２検査用画像それぞれを用いて特徴量抽出器や判定器を学習させる構成に比べて学習時間を短縮することができる。また、合成画像のみを用いて学習させた特徴量抽出器や判定器のみで検査を行えば良いため、検査時間を短縮することができる。なお、合成画像が第１および第２検査用画像それぞれの画像情報（第１画像情報、第２画像情報）を全て有するため、特徴量抽出器や判定器の安定した学習や検査を実現することができる。これにより、学習精度や検査精度の向上を図ることができる。また、第１および第２検査用画像の関係性を特徴量抽出器や判定器に学習させることができるため、第１および第２検査用画像それぞれを用いて特徴量抽出器や判定器を学習させる構成に比べて学習精度や検査精度の向上を図ることができる。ここで、「第１および第２検査用画像の関係性」とは、典型的には、第１検査用画像の特徴量と第２検査用画像の特徴量との関係性がこれに

該当し、例えば、第１検査用画像の特徴量が第１状態で第２検査用画像の特徴量が第２状態の関係にあるときは、検査対象に欠陥があると判定するなどのように学習することが挙げられる。即ち、第１検査用画像の特徴量のみ、あるいは、第２検査用画像の特徴量のみでは、欠陥の有無の判定が困難な場合でも、第１検査用画像の特徴量と第２検査用画像の特徴量とが所定の関係（第１検査用画像の特徴量が第１状態で第２検査用画像の特徴量が第２状態）である場合に、欠陥が有ると判定することができるようになる。さらに、第１および第２検査用画像を重畳した状態で合成画像を生成するため、重畳した画像間で位置情報が共通化されるために画像サイズの増加を最小限に抑えることができる。これにより、特徴量抽出器や判定器の学習時間や検査時間が増大することを防止できる。また、第１画像情報を有する第１検査用画像および第２画像情報を有する第２検査用画像から第１画像情報および第２画像情報を有する合成画像を合成可能であり、かつ、第１画像情報および第２画像情報を有する合成画像から、第１画像情報を有する第１検査用画像および第２画像情報を有する第２検査用画像のそれぞれに分離可能であるため、特徴量抽出器や判定器を学習する際、合成画像と，第１および第２検査用画像と，のいずれにおいてもアノテーションを付すことが可能となる。そして、当該アノテーションは、合成画像と，第１および第２検査用画像と，で共有される。換言すれば、合成画像と，第１および第２検査用画像と，のいずれかにアノテーションを付すことで他方の画像にアノテーションが付与される、即ち、共通したアノテーションを付すことができると言うことができる。これにより、特徴量抽出器や判定器を学習する際には、欠陥が明確に存在する画像にのみアノテーションを付せば良いため、不適切なアノテーションを付すことを抑制することができる。この結果、特徴量抽出器や判定器の学習精度や検査精度を向上することができる。なお、合成画像と，第１および第２検査用画像と，の両方にアノテーションを付す必要がないため、作業効率の向上を図ることができる。

[0009] 本発明に係る検査装置の更なる形態によれば、合成画像は、少なくとも第

１および第２画像チャンネルを有している。そして、可逆画像合成部は、第１および第２検査用画像をそれぞれ第１および第２画像チャンネルに割り当てることで、第１および第２検査用画像が合成された合成画像を生成する。ここで、本発明における「画像チャンネル」とは、典型的には、カラーチャンネルや、アルファチャンネルがこれに該当する。

[0010] 本形態によれば、第１および第２検査用画像をそれぞれ第１および第２画像チャンネルに割り当てるのみであるため、第１画像情報を全て有する第１検査用画像と第２画像情報を全て有する第２検査用画像とに分離可能な態様で、第１および第２画像情報を全て有する状態かつ第１および第２検査用画像が位置合わせされた状態で第１および第２検査用画像を重畳させた合成画像を生成可能な構成を簡易に実現することができる。

[0011] 本発明に係る検査装置の更なる形態によれば、検査用画像生成部は、撮像画像から検査対象の欠陥を検出可能な第３検査用画像を生成可能である。また、合成画像は、第３画像チャンネルをさらに有している。そして、可逆画像合成部は、第１、第２および第３検査用画像をそれぞれ第１、第２および第３画像チャンネルに割り当てることで、第１、第２および第３検査用画像が合成された合成画像を生成する。

[0012] 本形態によれば、第１、第２および第３検査用画像をそれぞれ第１、第２および第３画像チャンネルに割り当てるのみであるため、第１画像情報を全て有する第１検査用画像と，第２画像情報を全て有する第２検査用画像と，第３画像情報を全て有する第３検査用画像と，に分離可能な態様で、第１，第２および第３画像情報を全て有する状態かつ第１，第２および第３検査用画像が位置合わせされた状態で第１，第２および第３検査用画像を重畳させた合成画像を生成可能な構成を簡易に実現することができる。

[0013] 本発明に係る検査方法の好ましい形態によれば、検査対象の画像を用いて当該検査対象の欠陥の有無を検査する検査方法が構成される。当該検査方法は、（ａ）少なくとも１枚の検査対象の撮像画像を取得し、（ｂ）撮像画像から検査対象の欠陥を検出可能な少なくとも第１および第２検査用画像を生

成し、（ｃ）第１画像情報を全て有する第１検査用画像と第２画像情報を全て有する第２検査用画像とに分離可能な態様で、第１および第２画像情報を全て有する状態かつ第１および第２検査用画像を位置合わせした状態で第１および第２検査用画像を重畳させた合成画像を生成し、（ｄ）機械学習を用いた特徴量抽出器によって合成画像から特徴量を抽出し、（ｅ）判定器を用いて特徴量に基づいて検査対象の欠陥の有無を判定する。ここで、本発明における「第１検査用画像」および「第２検査用画像」は、撮像画像に非可逆的な算術フィルタ処理を施して生成したフィルタ処理画像や、撮像画像そのものとフィルタ処理画像とを非可逆的に合成して生成した画像、あるいは、撮像画像が異なる撮像態様で撮像された複数の画像である場合には、当該複数の撮像画像そのものや、当該複数の撮像画像にフィルタ処理を含む任意の画像処理を施した画像などがこれに該当する。「異なる撮像態様」とは、異なる波長の光で撮像可能な各種カメラと異なる波長の光を照射可能な照明の組み合わせで撮像する態様や、異なるカメラの位置や異なる照明の位置で撮像する態様、カメラの露光時間や光の照射時間を変えた異なる撮像モードで撮像する態様、異なるパターンの光を検査対象に照射して撮像する態様、光や音波などの反射時間を計測して検査対象の物体形状を画像化する態様などがこれに該当する。また、本発明における「第１画像情報」および「第２画像情報」は、典型的には、画像情報の種類の数を意味するチャンネル数や、検査対象の物理的な位置を示す位置情報、各位置として測定した情報を示す画素値などがこれに該当する。また、本発明における「第１画像情報」および「第２画像情報」は、典型的には、画像情報の種類の数を意味するチャンネル数や、検査対象の物理的な位置を示す位置情報、各位置として測定した情報を示す画素値などがこれに該当する。

[0014] 本発明によれば、合成画像のみを用いて特徴量抽出器や判定器を学習させれば良いため、第１および第２検査用画像それぞれを用いて特徴量抽出器や判定器を学習させる構成に比べて学習時間を短縮することができる。また、合成画像のみを用いて学習させた特徴量抽出器や判定器のみで検査を行えば

良いため、検査時間を短縮することができる。なお、合成画像が第１および第２検査用画像それぞれの画像情報（第１画像情報、第２画像情報）を全て有するため、特徴量抽出器や判定器の安定した学習や検査を実現することができる。これにより、学習精度や検査精度の向上を図ることができる。また、第１および第２検査用画像の関係性を特徴量抽出器や判定器に学習させることができるため、第１および第２検査用画像それぞれを用いて特徴量抽出器や判定器を学習させる構成に比べて学習精度や検査精度の向上を図ることができる。ここで、「第１および第２検査用画像の関係性」とは、典型的には、第１検査用画像の特徴量と第２検査用画像の特徴量との関係性がこれに該当し、例えば、第１検査用画像の特徴量が第１状態で第２検査用画像の特徴量が第２状態の関係にあるときは、検査対象に欠陥があると判定するなどのように学習することが挙げられる。即ち、第１検査用画像の特徴量のみ、あるいは、第２検査用画像の特徴量のみでは、欠陥の有無の判定が困難な場合でも、第１検査用画像の特徴量と第２検査用画像の特徴量とが所定の関係（第１検査用画像の特徴量が第１状態で第２検査用画像の特徴量が第２状態）である場合に、欠陥が有ると判定することができるようになる。さらに、第１および第２検査用画像を重畳した状態で合成画像を生成するため、重畳した画像間で位置情報が共通化されるために画像サイズの増加を最小限に抑えることができる。これにより、特徴量抽出器や判定器の学習時間や検査時間が増大することを防止できる。また、第１画像情報を有する第１検査用画像および第２画像情報を有する第２検査用画像から第１画像情報および第２画像情報を有する合成画像を合成可能であり、かつ、第１画像情報および第２画像情報を有する合成画像から、第１画像情報を有する第１検査用画像および第２画像情報を有する第２検査用画像のそれぞれに分離可能であるため、特徴量抽出器や判定器を学習する際、合成画像と，第１および第２検査用画像と，のいずれにおいてもアノテーションを付すことが可能となる。そして、当該アノテーションは、合成画像と，第１および第２検査用画像と，で共有される。換言すれば、合成画像と，第１および第２検査用画像と，のい

ずれかにアノテーションを付すことで他方の画像にアノテーションが付与される、即ち、共通したアノテーションを付すことができると言うことができる。これにより、特徴量抽出器や判定器を学習する際には、欠陥が明確に存在する画像にのみアノテーションを付せば良いため、不適切なアノテーションを付すことを抑制することができる。この結果、特徴量抽出器や判定器の学習精度や検査精度を向上することができる。なお、合成画像と，第１および第２検査用画像と，の両方にアノテーションを付す必要がないため、作業効率の向上を図ることができる。

[0015] 本発明に係る検査方法の更なる形態によれば、ステップ（ｃ）は、合成画像が有する少なくとも第１および第２画像チャンネルに第１および第２検査用画像をそれぞれ割り当てることで、第１および第２検査用画像が合成された合成画像を生成するステップを含んでいる。ここで、本発明における「画像チャンネル」とは、典型的には、カラーチャンネルや、アルファチャンネル、がこれに該当する。

[0016] 本形態によれば、第１および第２検査用画像をそれぞれ第１および第２画像チャンネルに割り当てるのみで、合成画像を自動的に生成可能であるため、第１画像情報および第２画像情報を全て有した状態かつ第１および第２検査用画像を位置合わせした状態で第１および第２検査用画像を重畳させた合成画像を生成可能であると共に、第１および第２検査用画像がそれぞれ第１および第２画像情報を全て有した状態で第１および第２検査用画像を合成画像から分離可能な構成を簡易に実現することができる。

[0017] 本発明に係る検査方法の更なる形態によれば、ステップ（ｂ）は、撮像画像から検査対象の欠陥を検出可能な第３検査用画像を生成するステップを含んでいる。そして、ステップ（ｃ）は、合成画像が有する第１画像チャンネル、第２画像チャンネル、および、第３画像チャンネルに第１、第２および第３検査用画像をそれぞれ割り当てることで、第１、第２および第３検査用画像が合成された合成画像を生成するステップを含んでいる。

[0018] 本形態によれば、第１、第２および第３検査用画像をそれぞれ第１、第２

および第３画像チャンネルに割り当てるのみであるため、第１画像情報を全て有する第１検査用画像と，第２画像情報を全て有する第２検査用画像と，第３画像情報を全て有する第３検査用画像と，に分離可能な態様で、第１，第２および第３画像情報を全て有する状態かつ第１，第２および第３検査用画像が位置合わせされた状態で第１，第２および第３検査用画像を重畳させた合成画像を生成可能な構成を簡易に実現することができる。

[0019] 本発明に係るプログラムの好ましい形態によれば、検査対象の画像を用いて当該検査対象の欠陥の有無を検査するためのプログラムが構成される。当該プログラムは、上述したいずれかの態様の本発明に係る検査方法の各ステップを１又は複数のコンピュータに実行させるためのものである。当該プログラムは、コンピュータが読み取り可能な記録媒体、例えば、ハードディスクやＲＯＭ、ＳＳＤ、フラッシュメモリ（ＵＳＢメモリ、ＳＤカードなど）、フロッピーディスク、ＣＤ、ＤＶＤなどに記録されていても良いし、伝送媒体、例えば、インターネットやＬＡＮなどの通信網を介してあるコンピュータから別のコンピュータへ配信されても良いし、あるいは、その他如何なる態様で授受されても良い。

[0020] 本形態によれば、プログラムを一つのコンピュータに実行させるか又は複数のコンピュータに各ステップを分担して実行させることによって、上述したいずれかの態様の本発明に係る検査方法の各ステップが実行されるため、上述した本発明に係る検査方法と同様の作用効果、例えば、学習時間や検査時間を短縮することができるという効果や、学習精度や検査精度の向上を図ることができると言う効果、不適切なアノテーションを付すことを抑制することができるという効果などを得ることができる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、学習精度や検査精度の向上を図ることができる。また、本発明によれば、学習時間や検査時間の短縮を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施の形態に係る検査装置として機能するコンピュータ１の構

成の概略を示す構成図である。

[図2]本発明の実施の形態に係る検査装置として機能するコンピュータ１の機能構成を示す機能ブロック図である。

[図3]画像設定ウィンドウ６２の一例を示す説明図である。

[図4]合成画像ＳＹｉｍが選択された際の選択画像表示ウィンドウ６３を示す説明図である。

[図5]光沢抑制画像ＧＲｉｍが選択された際の選択画像表示ウィンドウ６３を示す説明図である。

[図6]形状強調画像Ｓｉｍが選択された際の選択画像表示ウィンドウ６３を示す説明図である。

[図7]立体画像Ｚｉｍが選択された際の選択画像表示ウィンドウ６３を示す説明図である。

[図8]欠陥検出処理の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0023] 次に、本発明を実施するための最良の形態を実施例を用いて説明する。

実施例

[0024] 本実施の形態に係る検査装置は、図１に示すように、例えば、ベルトコンベアＢＣによって搬送されてくる検査対象９０を、照明７２からのパターン光を照射した状態で、カメラ７０によって撮像し、撮像した当該検査対象９０の画像を用いて当該検査対象９０の欠陥の有無を検査する装置であり、ＣＰＵ２、ＲＯＭ４、ＲＡＭ６を中心とした汎用のコンピュータ１として構成されている。本実施の形態に係る検査装置として機能するコンピュータ１は、画像処理を行う際に必要な計算処理や行列演算処理を行うＧＰＵ８、各種アプリケーションプログラム（単にアプリケーションと称する）や画像データを含む各種データを記憶する大容量メモリであるハードディスク（ＨＤＤ）１０、カメラ７０などの外部機器とのデータの入出力を行う入出力インターフェイス（Ｉ／Ｆ）１２などを備えている。なお、検査対象９０は、例えば、製造過程や検査過程にある部品や製品等である。コンピュータ１は、本

発明における「検査装置」に対応する実施構成の一例である。

[0025] コンピュータ１は、ユーザが各種指令を入力するキーボードおよびマウス等の入力装置１４や、各種情報を表示するディスプレイ６０などを備えている。ＣＰＵ２やＲＯＭ４、ＲＡＭ６、ＧＰＵ８、ＨＤＤ１０、Ｉ／Ｆ１２、入力装置１４、ディスプレイ６０などは、バス８０によって電気的に接続され、互いに各種制御信号やデータのやり取りができるように構成されている。

[0026] 当該コンピュータ１は、ディスプレイ６０に表示されたカーソル等をユーザが入力装置１４を介して入力操作すると、その入力操作に応じた動作を実行する機能を有している。また、当該コンピュータ１は、ＨＤＤ１０に格納されたアプリケーション、具体的には、検査対象９０の欠陥の有無を検出する欠陥検出処理を実行する欠陥検出アプリケーションによって各種処理が実行されることで、本実施の形態に係る検査装置として機能する。なお、本実施の形態では、検査装置としてコンピュータ１によって実現可能な構成としたが、専用装置として実現しても良い。欠陥検出アプリケーションは、本発明における「プログラム」に対応する実施構成の一例である。

[0027] また、コンピュータ１には、図２に示すように、ＣＰＵ２やＲＯＭ４、ＲＡＭ６、ＧＰＵ８、ＨＤＤ１０、Ｉ／Ｆ１２、入力装置１４、ディスプレイ６０など（図１参照）の前述したハードウェア資源と、本実施の形態に係る検査プログラムなどのソフトウェアと、の一方または双方の協働により、画像取得部２０や、検査用画像生成部２２、可逆画像合成部２４、アノテーション付与部２６、分割部２８、特徴量抽出器３０、判定器３２、画像表示制御部３４、記憶部３６等が機能ブロックとして構成されている。換言すれば、これらの各部（画像取得部２０や、検査用画像生成部２２、可逆画像合成部２４、アノテーション付与部２６、分割部２８、特徴量抽出器３０、判定器３２、画像表示制御部３４、記憶部３６等）は、ＨＤＤ１０からＲＡＭ６上に展開されたアプリケーションを実行するＣＰＵ２からの命令によって、図１に示す各構成要素（ＣＰＵ２やＲＯＭ４、ＲＡＭ６、ＧＰＵ８、ＨＤＤ

１０、Ｉ／Ｆ１２、入力装置１４、ディスプレイ６０など）が単独あるいは協働して動作することにより実現される機能であると言うことができる。なお、画像取得部２０や、検査用画像生成部２２、可逆画像合成部２４、アノテーション付与部２６、分割部２８、特徴量抽出器３０、判定器３２、画像表示制御部３４、記憶部３６等は、アドレスバスやデータバスなどのバスライン８２によって電気的に接続されている。

[0028] 画像取得部２０は、カメラ７０によって撮像された検査対象９０の複数の撮像画像を取得する。当該複数の撮像画像は、検査対象９０に複数のパターン光（例えば、複数の角度からの照射や、複数の格子状や縞状の光）が順次切替え照射される度に、カメラ７０によって撮像される。なお、カメラ７０は、モノクロカメラであり、撮像画像は、グレースケール画像である。

[0029] 検査用画像生成部２２は、画像取得部２０から複数の撮像画像を取得すると共に、取得した複数の撮像画像を画像処理（例えば、位相変位測定法の原理などを利用）することで、検査対象９０の欠陥を検出可能な複数の検査用画像（例えば、ノーマル画像Ｎｉｍや、正反射光画像ＳＲｉｍ、拡散反射光画像ＤＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、立体画像Ｚｉｍなど）を生成する。ここで、ノーマル画像Ｎｉｍは平均画像であり、正反射光画像ＳＲｉｍは正反射光成分のみを抽出した画像であり、拡散反射光画像ＤＲｉｍは拡散反射光成分を抽出した画像であり、形状強調画像Ｓｉｍは凹凸などの変化部を抽出した画像であり、光沢抑制画像ＧＲｉｍは光沢に変化がある部分を抽出した画像であり、立体画像Ｚｉｍは物体の高さ情報を抽出した画像である。なお、検査用画像生成部２２は、画像処理を実施する際に、例えば、２値化処理やＣａｎｎｙアルゴリズムなどを用いて各検査用画像（例えば、ノーマル画像Ｎｉｍや、正反射光画像ＳＲｉｍ、拡散反射光画像ＤＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、立体画像Ｚｉｍなど）の位置合わせを実施する。立体画像Ｚｉｍ、正反射光画像ＳＲｉｍ、および、形状強調画像Ｓｉｍは、本発明における「第１検査用画像」、「第２検査用画像」、および、「第３検査用画像」に対応する実施構成の一例で

ある。

[0030] 可逆画像合成部２４は、検査用画像生成部２２が生成した検査用画像（例えば、ノーマル画像Ｎｉｍや、正反射光画像ＳＲｉｍ、拡散反射光画像ＤＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、立体画像Ｚｉｍなど）を合成した合成画像ＳＹｉｍを生成する。本実施の形態では、可逆画像合成部２４は、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍを、それぞれ合成画像ＳＹｉｍのＲチャンネルＣＨｒ、Ｇチャンネル ＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂに割り当てることにより、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍを合成した合成画像ＳＹｉｍを生成する構成とした。ここで、本実施の形態では、図３に示すように、ディスプレイ６０に表示された画像設定ウィンドウ６２上に用意された各チャンネル（ＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、ＢチャンネルＣＨｂ）ボックスＢｎｉｍ，Ｂｓｒｉｍ，Ｂｓｉｍに、ユーザが、検査用画像（ノーマル画像Ｎｉｍや、正反射光画像ＳＲｉｍ、拡散反射光画像ＤＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、立体画像Ｚｉｍなど）のいずれかを入力（選択）することで、検査用画像（ノーマル画像Ｎｉｍや、正反射光画像ＳＲｉｍ、拡散反射光画像ＤＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、立体画像Ｚｉｍなど）が各チャンネル（ＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、ＢチャンネルＣＨｂ）へ割り当てられる構成とした。

[0031] このように、合成画像ＳＹｉｍのＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂに、それぞれ光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍを割り当てることで合成画像ＳＹｉｍを生成する構成であるため、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍそれぞれが有する画像情報（例えば、チャンネル数や位置情報、画素値など）を全て有する合成画像ＳＹｉｍを生成することができる。しかも、合成画像ＳＹｉｍの各チャンネル（ＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂ）のいずれかを選択

することにより、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍそれぞれが有する画像情報（例えば、チャンネル数や位置情報、画素値など）を全て有した状態、換言すれば、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍそれぞれが有する画像情報（例えば、チャンネル数や位置情報、画素値など）を欠落することなく、合成画像ＳＹｉｍから当該光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍを分離（抽出）することができる。なお、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍは、それぞれ位置合わせされた状態で、ＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂに割り当てられる。ＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂは、本発明における「第１画像チャンネル」、「第２画像チャンネル」、および、「第３画像チャンネル」に対応する実施構成の一例である。また、画像情報（例えば、チャンネル数や位置情報、画素値など）は、本発明における「第１画像情報」および「第２画像情報」に対応する実施構成の一例である。

[0032] アノテーション付与部２６は、合成画像ＳＹｉｍや、ＲチャンネルＣＨｒに割り当てられた光沢抑制画像ＧＲｉｍ、ＧチャンネルＣＨｇに割り当てられた形状強調画像Ｓｉｍ、ＢチャンネルＣＨｂに割り当てられた立体画像Ｚｉｍにアノテーションを付与する。合成画像ＳＹｉｍと、光沢抑制画像ＧＲｉｍ，形状強調画像Ｓｉｍおよび立体画像Ｚｉｍと、のいずれかに付与されたアノテーションは、他方の画像にも自動的に反映（付与）される。換言すれば、合成画像ＳＹｉｍと、光沢抑制画像ＧＲｉｍ，形状強調画像Ｓｉｍおよび立体画像Ｚｉｍと、で共通したアノテーションを付すことができると言うことができる。アノテーション付与部２６は、アノテーションが付与された合成画像ＳＹｉｍを光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍと共に記憶部３６に記憶する。合成画像ＳＹｉｍや、光沢抑制画像ＧＲｉｍ，形状強調画像Ｓｉｍおよび立体画像Ｚｉｍへのアノテーションの付与は、特徴量抽出器３０や判定器３２を学習する際に、ユーザの

入力装置１４を介した入力操作によって行われる。具体的には、ユーザが、ディスプレイ６０に表示された欠陥を有する検査対象９０の画像の欠陥領域、即ち、合成画像ＳＹｉｍや、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、立体画像Ｚｉｍの欠陥領域をクリックやドラッグなどによって指定すると共に欠陥である旨（例えば、「印」）を入力することにより行われる。

[0033] 分割部２８は、可逆画像合成部２４が生成した合成画像ＳＹｉｍを所定サイズの複数の分割画像に分割する。

[0034] 特徴量抽出器３０は、分割画像について特徴量を抽出する。本実施の形態では、検査対象９０に欠陥があるか否かの判定を精度よく行うことが可能な特徴量を抽出することができるように、機械学習、より具体的には、ディープメトリックラーニングを用いて演算パラメータを修正して学習を行う構成とした。即ち、特徴量抽出器３０は、抽出した特徴量間の距離を算定して、算定した当該距離に基づき誤差逆伝搬法および勾配降下法によりパラメータの修正を行う一連の処理にディープメトリックラーニングを適用した。なお、特徴量抽出器３０は、アノテーションが付与された（教師信号付きの）複数の学習用の合成画像ＳＹｉｍを用いて予め学習を行って、１つの学習済モデル３１として記憶部３６に記憶させておく。

[0035] 判定器３２は、特徴量抽出器３０によって抽出された特徴量に基づいて、検査対象９０に欠陥があるか否かの判定を行う。なお、当該判定結果は、ディスプレイ６０に表示される。判定器３２には、例えば、勾配ブースティングや、サポートベクターマシーン、ランダムフォレスト、ニューラルネットワーク、ガウス正規化、アンサンブル検査など、深層学習を含むニューラルネットワークを用いた機械学習以外の機械学習である所謂統計的機械学習を用いることができる。

[0036] 画像表示制御部３４は、検査アプリケーションが起動されると、ディスプレイ６０に所定のウィンドウを表示する。また、画像表示制御部３４は、ディスプレイ６０に表示されたカーソル等をユーザが入力装置１４を介して入力操作することにより、図３に示す画像設定ウィンドウ６２や、図４ないし

図７に示す選択画像表示ウィンドウ６３を表示する。選択画像表示ウィンドウ６３は、ユーザの入力装置１４を介した入力操作により選択された検査用画像（合成画像ＳＹｉｍ（図４）や、当該合成画像ＳＹｉｍを構成する光沢抑制画像ＧＲｉｍ（図５）、形状強調画像Ｓｉｍ（図６）、および、立体画像Ｚｉｍ（図７））を表示する。さらに、画像表示制御部３４は、判定器３２による判定結果を判定結果ウィンドウ（図示せず）に表示する。

[0037] 記憶部３６は、ＲＡＭ６およびＨＤＤ１０の少なくとも一方に確保され、検査用画像生成部２２によって生成された検査用画像（例えば、ノーマル画像Ｎｉｍや、正反射光画像ＳＲｉｍ、拡散反射光画像ＤＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、立体画像Ｚｉｍなど）や、可逆画像合成部２４によって生成された合成画像ＳＹｉｍ、学習済モデル３１を記憶する。なお、合成画像ＳＹｉｍは、ＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂに割り当てられた検査用画像（ノーマル画像Ｎｉｍ、正反射光画像ＳＲｉｍ、および、形状強調画像Ｓｉｍ、立体画像Ｚｉｍ）と共に記憶される。

[0038] 次に、本実施の形態に係る検査装置としてのコンピュータ１の動作、特に、検査対象９０に欠陥が有るか否かを判定する際の動作について説明する。図４は、欠陥検出処理の一例を示すメインフローチャートである。欠陥検出処理は、主にコンピュータ１の画像取得部２０、検査用画像生成部２２、可逆画像合成部２４、分割部２８、特徴量抽出器３０、判定器３２、画像表示制御部３４、および、記憶部３６により実行される。

[0039] 欠陥検出処理が実行されると、まず、画像取得部２０が、カメラ７０によって撮像された複数の撮像画像を取得する処理を実行する（ステップＳ１０）。続いて、検査用画像生成部２２が、取得した複数の撮像画像から検査対象９０の欠陥を検出可能な複数の検査用画像、本実施の形態では、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍを生成する処理を実行すると共に、生成した検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）を記憶部３６に記憶する処理を実

行する（ステップＳ１２）。

[0040] 検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）が生成されると、可逆画像合成部２４は、画像設定ウィンドウ６２におけるユーザの指示に従い、光沢抑制画像ＧＲｉｍをＲチャンネルＣＨｒに、形状強調画像ＳｉｍをｇチャンネルｃＨｇに、立体画像Ｚｉｍをｂチャンネルｃｈｂにそれぞれ割り当てる処理を実行する（ステップＳ１４）。当該処理によって、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍそれぞれが有する画像情報（例えば、チャンネル数や位置情報、画素値など）を全て有する合成画像ＳＹｉｍが生成される。なお、可逆画像合成部２４は、生成された合成画像ＳＹｉｍを記憶部３６に記憶する。

[0041] こうして合成画像ＳＹｉｍが生成されると、分割部２８は、当該合成画像ＳＹｉｍを所定サイズの複数の分割画像に分割する処理を実行する（ステップＳ１６）。そして、特徴量抽出器３０が、学習済モデル３１を用いて当該複数の分割画像について特徴量を抽出する処理を実行する（ステップＳ１８）。続いて、判定器３２が、抽出された特徴量に基づき、検査対象９０に欠陥が存在するか否かの判定を行うと共に（ステップＳ２０）、画像表示制御部３４が、当該判定結果を出力する処理を実行して（ステップＳ２２）、本処理を終了する。

[0042] 以上説明した本実施の形態に係る検査装置によれば、カメラ７０によって、異なる撮像態様で撮像された検査対象９０の複数の撮像画像から検査用画像（ノーマル画像Ｎｉｍ、正反射光画像ＳＲｉｍ、および、形状強調画像Ｓｉｍ）を生成し、当該検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）をそれぞれＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂに割り当てることで生成された合成画像ＳＹｉｍのみを用いて、特徴量抽出器３０や判定器３２の学習を行えば良いため、検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）それぞれを用いて特徴量抽出器３０や判定器３２を

学習させる構成に比べて学習時間を短縮することができる。

[0043] また、本実施の形態に係る検査装置によれば、合成画像ＳＹｉｍのみを用いて学習させた特徴量抽出器３０や判定器３２のみで検査を行えば良いため、検査時間を短縮することができる。なお、合成画像ＳＹｉｍが検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）それぞれの画像情報（例えば、チャンネル数や位置情報、画素値など）を全て有するため、特徴量抽出器３０や判定器３２の安定した学習や検査を実現することができると共に、検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）同士の関係性、即ち、各検査用画像が有する特徴量（光沢抑制画像ＧＲｉｍが有する特徴量、形状強調画像Ｓｉｍが有する特徴量、および、立体画像Ｚｉｍが有する特徴量）それぞれの関係性についても学習させることができる。これにより、各検査用画像が有する特徴量（光沢抑制画像ＧＲｉｍが有する特徴量、形状強調画像Ｓｉｍが有する特徴量、および、立体画像Ｚｉｍが有する特徴量）のみでは、検査対象９０の欠陥の検出が困難な場合であっても、各検査用画像が有する特徴量（光沢抑制画像ＧＲｉｍが有する特徴量、形状強調画像Ｓｉｍが有する特徴量、および、立体画像Ｚｉｍが有する特徴量）それぞれの関係性から検査対象９０の欠陥の有無を判定することができる。この結果、学習精度や検査精度の向上を図ることができる。

[0044] さらに、本実施の形態に係る検査装置によれば、各検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）が重畳された状態、即ち、重畳した画像間で位置情報が共通化された状態で合成画像ＳＹｉｍが生成されるため、画像サイズの増加を最小限に抑えることができる。これにより、特徴量抽出器３０や判定器３２の学習時間や、特徴量抽出器３０や判定器３２の学習時間や検査時間が増大することを防止できる。

[0045] また、本実施の形態に係る検査装置によれば、各検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）の画像情報（例えば、チャンネル数や位置情報、画素値など）を全て有した状態で合成画

像ＳＹｉｍを生成可能であると共に、検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）をそれぞれＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂに割り当てるのみであるため、各検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）それぞれが画像情報（例えば、チャンネル数や位置情報、画素値など）を全て有した状態で合成画像ＳＹｉｍから分離可能な態様で、各検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）それぞれの画像情報（例えば、チャンネル数や位置情報、画素値など）を全て有する状態、かつ、各検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）を位置合わせした状態で重畳させた合成画像ＳＹｉｍを生成可能な構成を簡易に実現することができる。

[0046] 本実施の形態では、検査対象９０に照射する照明７２の照射パターンを異ならせることで複数の撮像画像を取得したが、これに限らない。例えば、検査対象９０に照射する照明７２の位置を異ならせることで複数の撮像画像を取得する構成や、検査対象９０に照射する照明７２の種類を異ならせることで複数の撮像画像を取得する構成、カメラ７０の撮像モードを異ならせることで複数の撮像画像を取得する構成、カメラ７０の位置を異ならせることで複数の撮像画像を取得する構成、カメラ７０の種類を異ならせることで複数の撮像画像を取得する構成としても良い。ここで、カメラ７０や照明７２の位置を異ならせる態様としては、検査対象９０を撮像する度に、１台のカメラ７０や１台の照明７２の位置を変更する態様の他、異なる位置に配置した複数のカメラ７０や複数の照明７２を順次切替えながら検査対象９０を撮像する態様が考えられる。

[0047] 本実施の形態では、複数の撮像画像に画像処理を施すことによって複数の検査用画像（例えば、ノーマル画像Ｎｉｍや、正反射光画像ＳＲｉｍ、拡散反射光画像ＤＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、立体画像Ｚｉｍなど）を生成したが、これに限らない。例えば、１枚の撮像画像に

非可逆的な算術フィルタ処理を施すことで複数の検査用画像を生成しても良いし、１枚の撮像画像と当該撮像画像に非可逆的な算術フィルタ処理を施した画像とを非可逆的に合成することで複数の検査用画像を生成しても良い。あるいは、複数の撮像画像そのものを複数の検査用画像として用いても良い。この場合、検査用画像生成部２２は、画像取得部２０が取得した複数の撮像画像から検査対象９０の欠陥の有無を検出可能な画像を選択する処理を実行することになる。

[0048] 本実施の形態では、撮像画像から検査用画像を生成する際に、検査用画像生成部２２が各検査用画像の位置合わせを実施する構成としたが、これに限らない。例えば、検査用画像を生成した後、即ち、合成画像ＳＹｉｍを生成する際に、可逆画像合成部２４が各検査用画像の位置合わせを実施する構成としても良い。

[0049] 本実施の形態では、３つの検査用画像（光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍ）を、３つの画像チャンネル（ＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂ）に割り当てる構成としたが、これに限らない。例えば、２つの検査用画像を２つの画像チャンネルに割り当てる構成や、４つ以上の検査用画像を４つ以上の画像チャンネルに割り当てる構成としても良い。なお、画像チャンネルの数は、必ずしも検査用画像の枚数と等しくなくても良く、検査用画像の枚数以上であれば良い。画像チャンネルの数が検査用画像の枚数以上の場合、検査用画像は、いずれかの画像チャンネルに割り当てれば良く、検査用画像が割り当てられなかった画像チャンネルは、空チャンネルとしておけば良い。

[0050] 本実施の形態では、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、および、立体画像Ｚｉｍを、それぞれ合成画像ＳＹｉｍのＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂに割り当てる構成としたが、これに限らない。例えば、ノーマル画像ＮｉｍをＧチャンネルＣＨｇに割り当て、正反射光画像ＳＲｉｍをＢチャンネルＣＨｂに割り当て、形状強調画像ＳｉｍをＲチャンネルＣＨｒに割り当てる構成や、拡散反射光画像ＤＲ

ｉｍをＲチャンネルＣＨｒに割り当て、光沢抑制画像ＧＲｉｍをＧチャンネルＣＨｇに割り当て、形状強調画像Ｓｉｍをチャンネルに割り当てる構成など、合成画像ＳＹｉｍのＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂに割り当てる画像は、生成した複数の検査用画像から任意に選択することができる。

[0051] 本実施の形態では、検査用画像（例えば、ノーマル画像Ｎｉｍや、正反射光画像ＳＲｉｍ、拡散反射光画像ＤＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、立体画像Ｚｉｍなど）を割り当てるチャンネルとして、ＲＧＢ系のカラーチャンネルであるＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂを用いたが、これに限らない。例えば、検査用画像（例えば、ノーマル画像Ｎｉｍや、正反射光画像ＳＲｉｍ、拡散反射光画像ＤＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、立体画像Ｚｉｍなど）を割り当てるチャンネルとして、ＲチャンネルＣＨｒ、ＧチャンネルＣＨｇ、および、ＢチャンネルＣＨｂに加えて、あるいは、これらに代えてアルファチャンネルを用いても良い。また、検査用画像（例えば、ノーマル画像Ｎｉｍや、正反射光画像ＳＲｉｍ、拡散反射光画像ＤＲｉｍ、形状強調画像Ｓｉｍ、光沢抑制画像ＧＲｉｍ、立体画像Ｚｉｍなど）を割り当てるチャンネルとして、カラーチャンネルであるＣＭＹＫ系のＣチャンネル、Ｍチャンネル、Ｙチャンネル、Ｋチャンネルを用いても良いし、色相・彩度・明度の三つの成分からなるＨＳＶ系のＨチャンネル、Ｓチャンネル、Ｖチャンネルを用いても良いし、あるいは、色相・彩度・輝度の三つの成分からなるＨＳＬ系のＨチャンネル、Ｓチャンネル、Ｌチャンネルを用いても良い。

[0052] 本実施の形態では、欠陥検出アプリケーションを含む各種アプリケーションをＨＤＤ１０に記憶する構成としたが、これに限らない。例えば、欠陥検出アプリケーションを含む各種アプリケーションは、伝送媒体、例えば、インターネットやＬＡＮなどの通信網を介して他コンピュータから本実施の形態に係る検査装置としてのコンピュータ１へ配信される構成としても良い。

[0053] 本実施形態は、本発明を実施するための形態の一例を示すものである。し

たがって、本発明は、本実施形態の構成に限定されるものではない。

符号の説明

[0054]

１	コンピュータ１（検査装置）
２	ＣＰＵ
４	ＲＯＭ
６	ＲＡＭ
８	ＧＰＵ
１０	ＨＤＤ
１２	入出力インターフェイス
１４	入力装置
２０	画像取得部（画像取得部）
２２	検査用画像生成部（検査用画像生成部）
２４	可逆画像合成部（可逆画像合成部）
２６	アノテーション付与部
２８	分割部
３０	特徴量抽出器（特徴量抽出器）
３２	判定器（判定器）
３４	画像表示制御部
３６	記憶部
６０	ディスプレイ
６２	画像設定ウィンドウ
６３	選択画像表示ウィンドウ
７０	カメラ
７２	照明
８０	バス
８２	バスライン
９０	検査対象（検査対象）
ＢＣ	ベルトコンベア

Ｎｉｍ　　ノーマル画像

ＳＲｉｍ　　正反射光画像

ＤＲｉｍ　　拡散反射光画像

Ｓｉｍ　　形状強調画像（第１検査用画像、第２検査用画像、第３検査用画像）

ＧＲｉｍ　　光沢抑制画像（第１検査用画像、第２検査用画像、第３検査用画像）

ＳＹｉｍ　　合成画像

Ｚｉｍ　　立体画像（第１検査用画像、第２検査用画像、第３検査用画像）

ＣＨｒ　　Ｒチャンネル（第１画像チャンネル、第２画像チャンネル、第３画像チャンネル）

ＣＨｇ　　Ｇチャンネル（第１画像チャンネル、第２画像チャンネル、第３画像チャンネル）

ＣＨｂ　　Ｂチャンネル（第１画像チャンネル、第２画像チャンネル、第３画像チャンネル）

Ｂｎｉｍ　　チャンネルボックス

Ｂｓｒｉｍ　　チャンネルボックス

Ｂｓｉｍ　　チャンネルボックス

請求の範囲

[請求項1] 検査対象の画像を用いて該検査対象の欠陥の有無を検査する検査装置であって、

少なくとも１枚の前記検査対象の撮像画像を取得可能な画像取得部と、

前記撮像画像から前記検査対象の欠陥の検出に適した少なくとも第１および第２検査用画像を生成可能な検査用画像生成部と、

前記第１検査用画像が有する第１画像情報および前記第２検査用画像が有する第２画像情報を全て有する状態かつ前記第１および第２検査用画像を位置合わせした状態で前記第１および第２検査用画像を重畳させた合成画像を生成可能、かつ、前記第１画像情報を全て有する第１検査用画像と，第２画像情報を全て有する第２検査用画像と，に前記合成画像を分離可能な可逆画像合成部と、

前記合成画像から特徴量を抽出可能な機械学習を用いた特徴量抽出器と、

前記特徴量に基づいて前記検査対象の欠陥の有無を判定可能な判定器と、

を備える検査装置。

[請求項2] 前記合成画像は、少なくとも第１および第２画像チャンネルを有しており、

前記可逆画像合成部は、前記第１および第２検査用画像をそれぞれ前記第１および第２画像チャンネルに割り当てることで、該第１および第２検査用画像が合成された前記合成画像を生成する

請求項１に記載の検査装置。

[請求項3] 前記検査用画像生成部は、前記撮像画像から前記検査対象の欠陥を検出可能な第３検査用画像を生成可能であり、

前記合成画像は、第３画像チャンネルをさらに有しており、

前記可逆画像合成部は、前記第１、第２および第３検査用画像をそ

れぞれ前記第１、第２および第３画像チャンネルに割り当てることで、前記第１、第２および第３検査用画像が合成された前記合成画像を生成する

請求項２に記載の検査装置。

[請求項4] 検査対象の画像を用いて該検査対象の欠陥の有無を検査する検査方法であって、

（ａ）少なくとも１枚の前記検査対象の撮像画像を取得し、

（ｂ）前記撮像画像から前記検査対象の欠陥の検出に適した少なくとも第１および第２検査用画像を生成し、

（ｃ）第１画像情報を全て有する前記第１検査用画像と第２画像情報を全て有する前記第２検査用画像とに分離可能な態様で、前記第１および第２画像情報を全て有する状態かつ前記第１および第２検査用画像を位置合わせした状態で前記第１および第２検査用画像を重畳させた合成画像を生成し、

（ｄ）機械学習を用いた特徴量抽出器によって前記合成画像から特徴量を抽出し、

（ｅ）判定器を用いて前記特徴量に基づいて前記検査対象の欠陥の有無を判定する

検査方法。

[請求項5] 前記ステップ（ｃ）は、前記合成画像が有する少なくとも第１および第２画像チャンネルに前記第１および第２検査用画像をそれぞれ割り当てることで、前記第１および第２検査用画像が合成された前記合成画像を生成するステップを含んでいる

請求項４に記載の検査方法。

[請求項6] 前記ステップ（ｂ）は、前記撮像画像から前記検査対象の欠陥を検出可能な第３検査用画像を生成するステップを含んでおり、

前記ステップ（ｃ）は、前記合成画像が有する前記第１画像チャンネル、第２画像チャンネル、および、第３画像チャンネルに前記第１

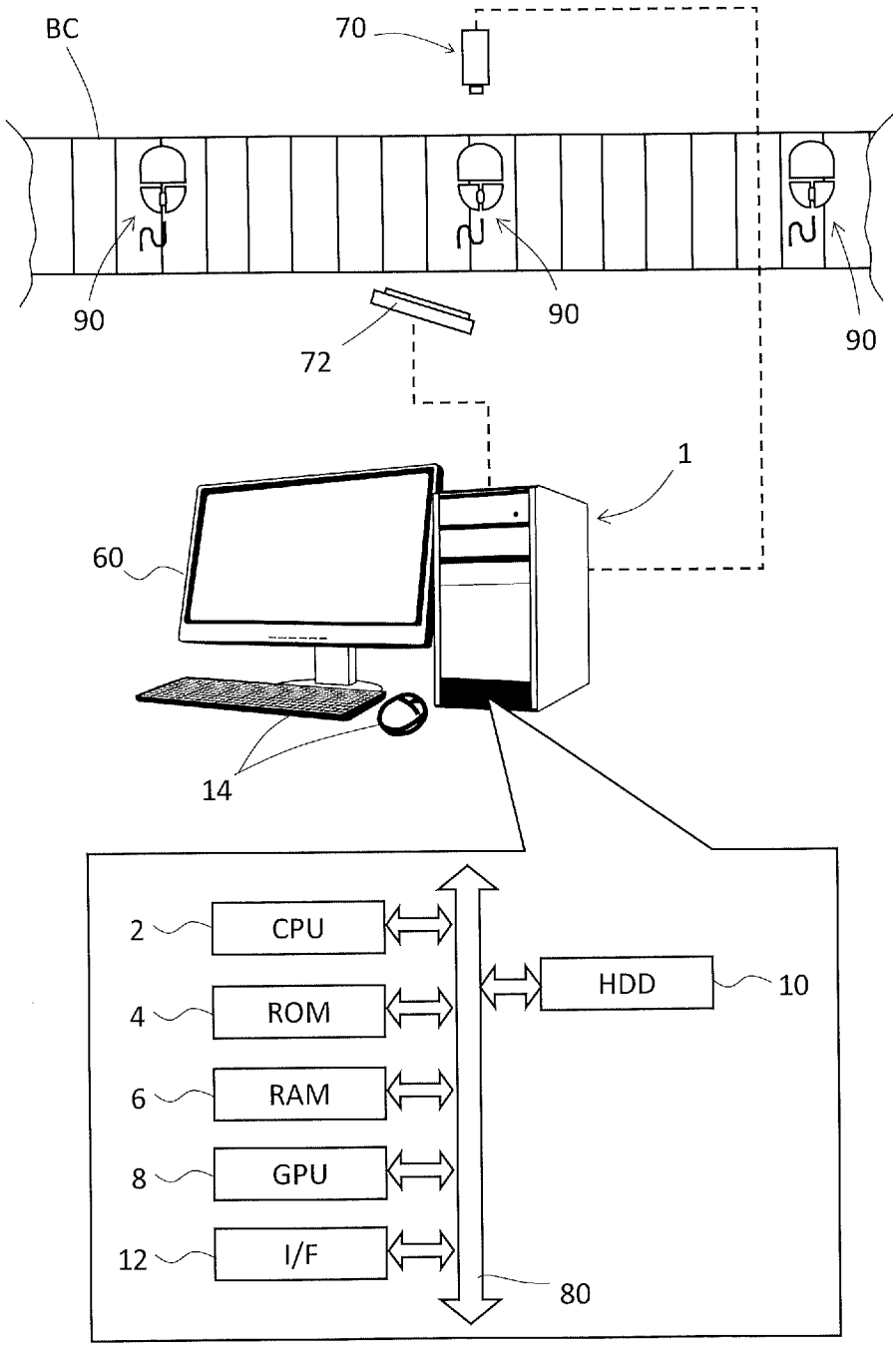
、第２および第３検査用画像をそれぞれ割り当てることで、前記第１、第２および第３検査用画像が合成された前記合成画像を生成するステップを含んでいる

請求項５に記載の検査方法。

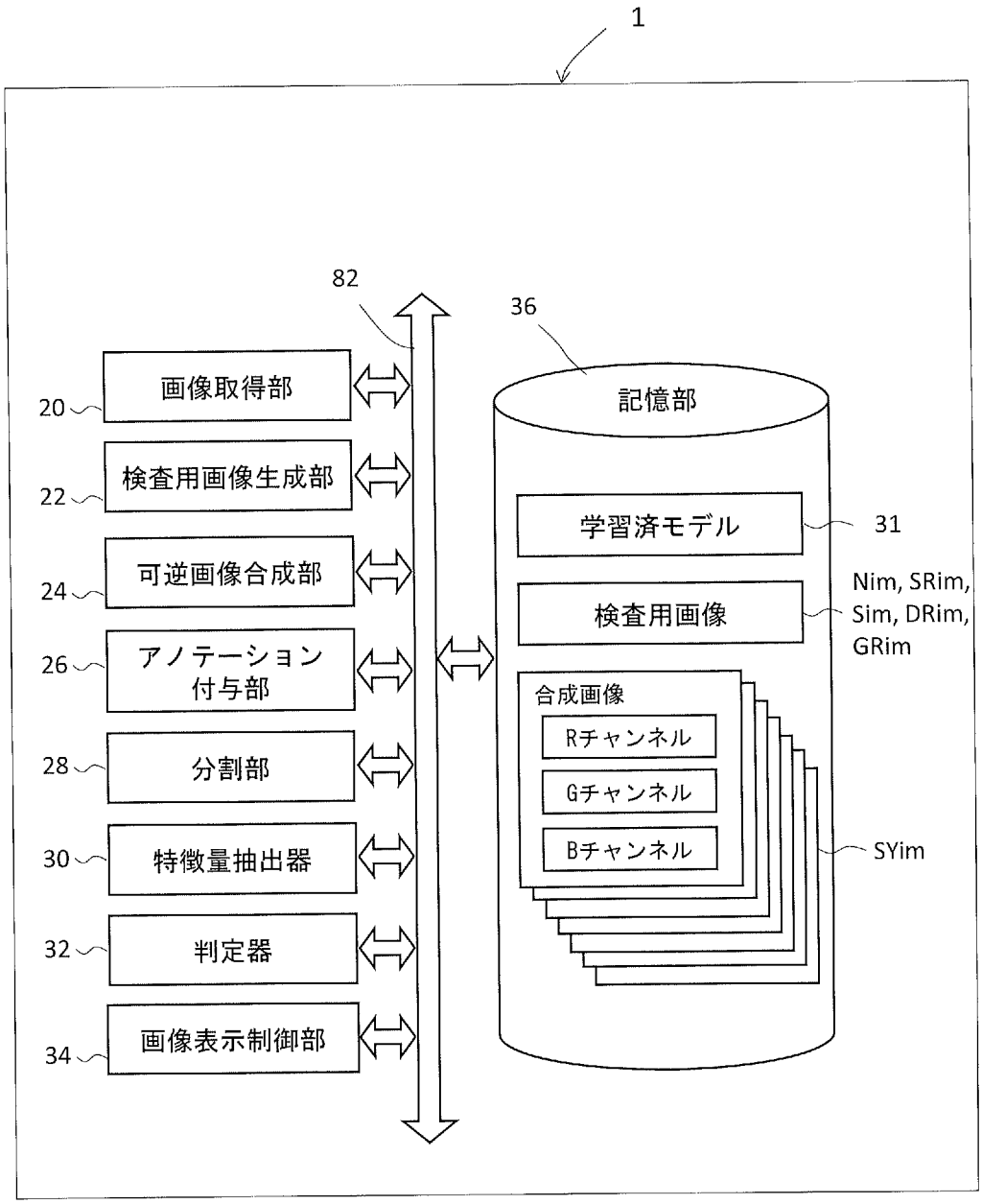
[請求項7] 検査対象の画像を用いて該検査対象の欠陥の有無を検査するためのプログラムであって、

請求項４ないし６のいずれか１項に記載の検査方法の各ステップを１又は複数のコンピュータに実行させるためのプログラム。

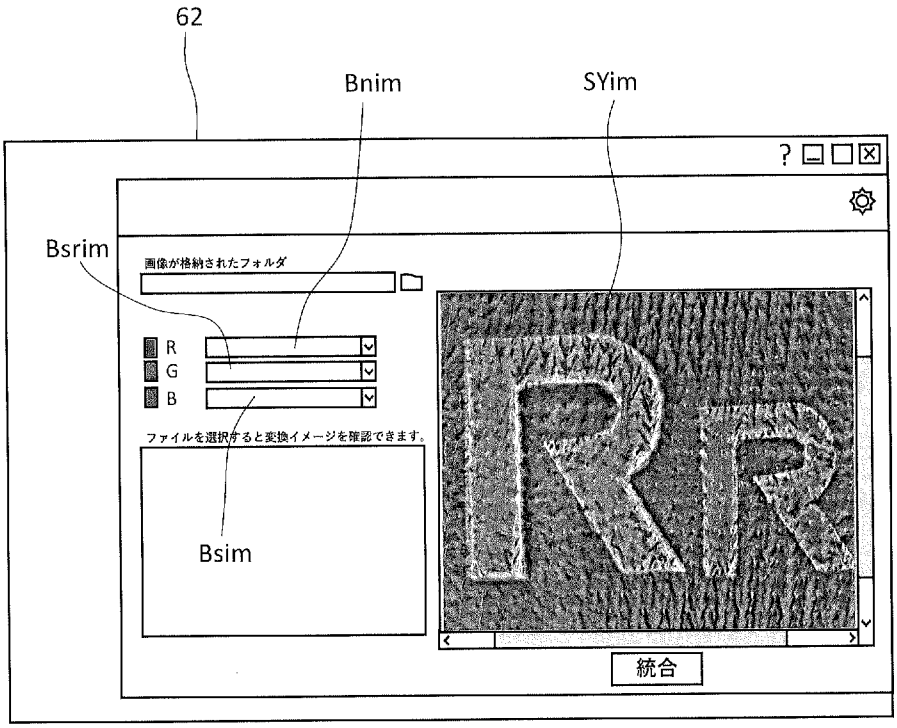
[図1]



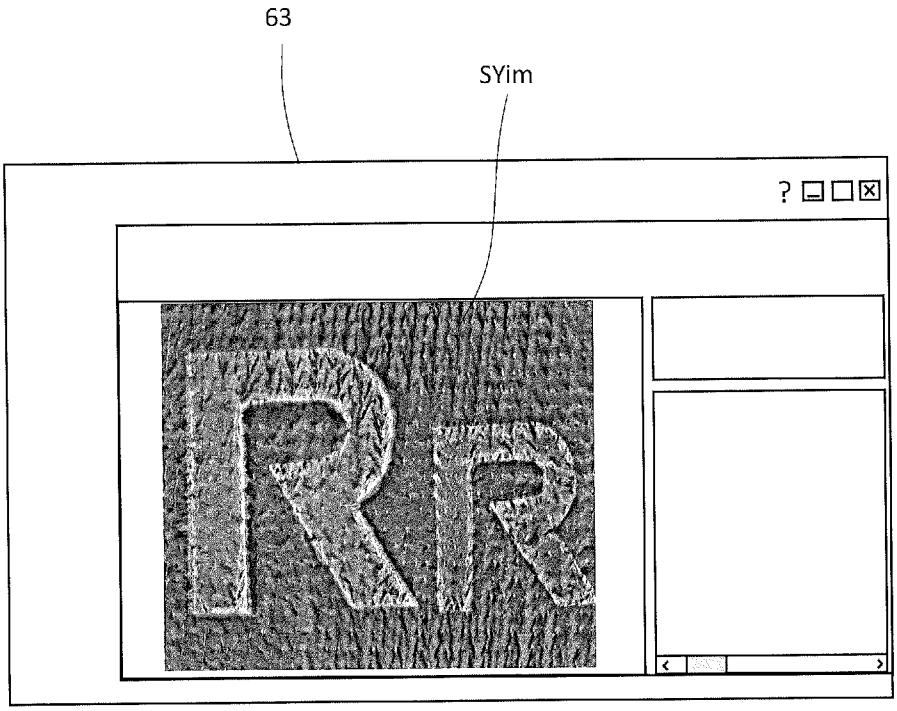
[図2]


1
82
36
画像取得部
20
検査用画像生成部
22
可逆画像合成部
24
アノテーション付与部
26
分割部
28
特徴量抽出器
30
判定器
32
画像表示制御部
34
記憶部
学習済モデル
31
検査用画像
Nim, SRim, Sim, DRim, GRim
合成画像
Rチャンネル
Gチャンネル
Bチャンネル
SYim

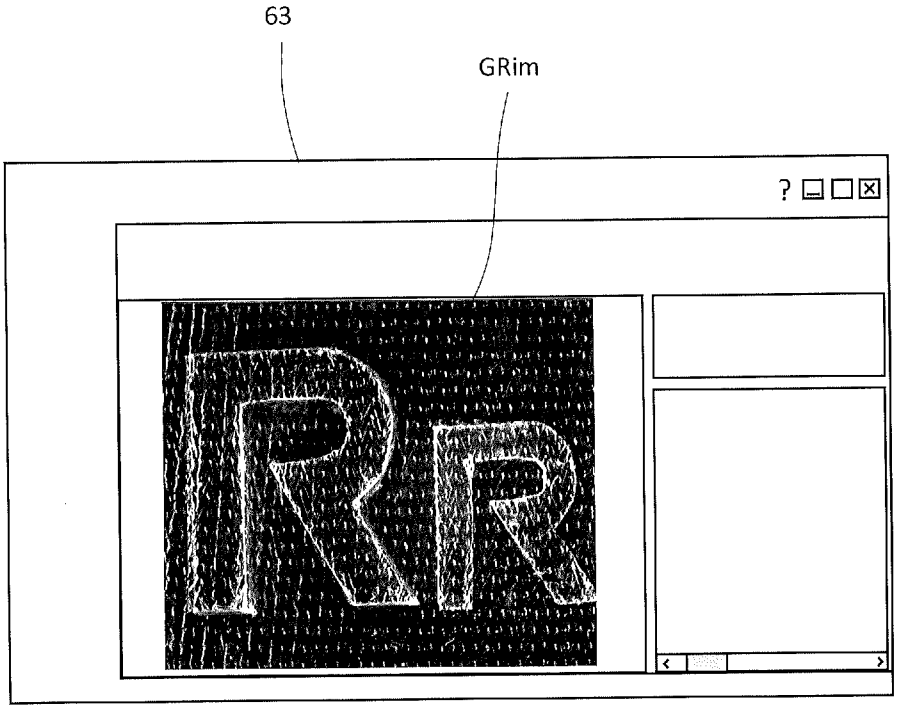
[図3]


62
Bnim
SYim
Bsrim
画像が格納されたフォルダ
R
G
B
ファイルを選択すると変換イメージを確認できます。
Bsim
統合

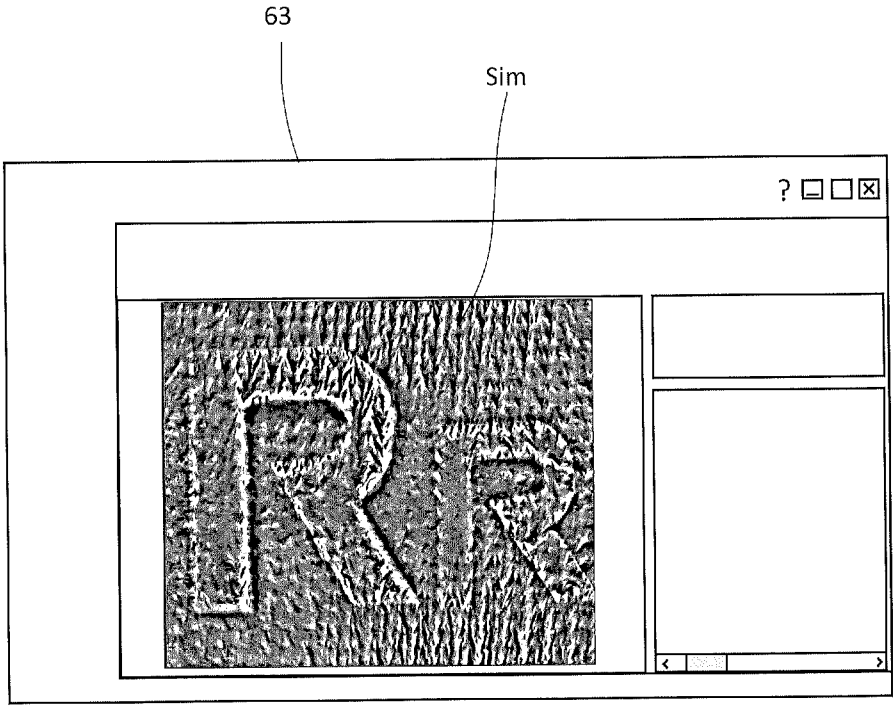
[図4]



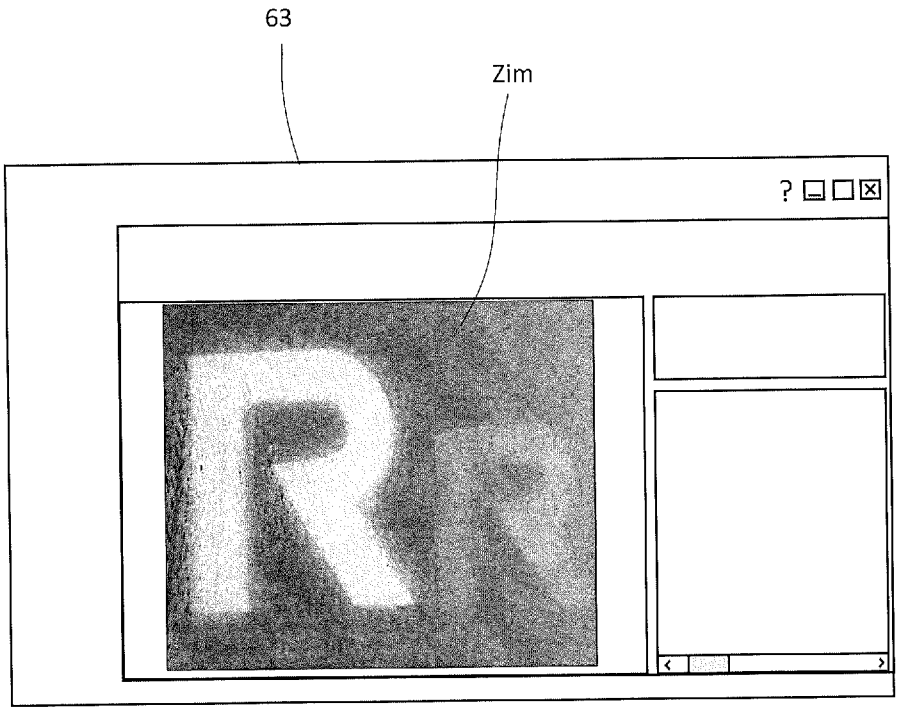
[図5]



[図6]



[図7]



[図8]


欠陥検出処理
撮像画像の読み込み
S10
検査用画像の生成・記憶
S12
合成画像の生成・記憶
S14
合成画像を分割
S16
特徴量抽出
S18
特徴量に基づき検査対象の欠陥の有無を判定
S20
判定結果を出力
S22
RET

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/018250

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 21/88(2006.01)i; ***G06T 7/00***(2017.01)i
FI: G01N21/88 J; G06T7/00 610Z; G06T7/00 350B

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)

G01N21/84-21/958; 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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2000-275185 A (TOSHIBA ENG. CO., LTD.) 06 October 2000 (2000-10-06) paragraphs [0015]-[0021]	1-7
Y	WO 2020/085327 A1 (ASAHI KASEI KK) 30 April 2020 (2020-04-30) paragraphs [0020]-[0035], [0043]-[0051], fig. 7	1-7
A	JP 2017-049974 A (CANON INC.) 09 March 2017 (2017-03-09) entire text, all drawings	1-7

☐ 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	Date of mailing of the international search report
08 July 2022	**19 July 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **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/JP2022/018250

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2000-275185 A	06 October 2000	(Family: none)	
WO 2020/085327 A1	30 April 2020	(Family: none)	
JP 2017-049974 A	09 March 2017	US 2017/0069075 A1 entire text, all drawings CN 106503724 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/018250

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 21/88(2006.01)i; G06T 7/00(2017.01)i
FI: G01N21/88 J; G06T7/00 610Z; G06T7/00 350B

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））

G01N21/84-21/958; 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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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	JP 2000-275185 A (東芝エンジニアリング株式会社) 06.10.2000 (2000-10-06) 段落［００１５］－［００２１］	1-7
Y	WO 2020/085327 A1 (旭化成株式会社) 30.04.2020 (2020-04-30) 段落［００２０］－［００３５］、［００４３］－［００５１］、図７	1-7
A	JP 2017-049974 A (キヤノン株式会社) 09.03.2017 (2017-03-09) 全文、全図	1-7

☐ 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	国際調査報告の発送日
08.07.2022	19.07.2022

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）
越柴　洋哉 2W 1945

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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/JP2022/018250

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2000-275185 A	06.10.2000	（ファミリーなし）	
WO 2020/085327 A1	30.04.2020	（ファミリーなし）	
JP 2017-049974 A	09.03.2017	US 2017/0069075 A1 全文、全図 CN 106503724 A	