

(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
2022年10月27日(27.10.2022)

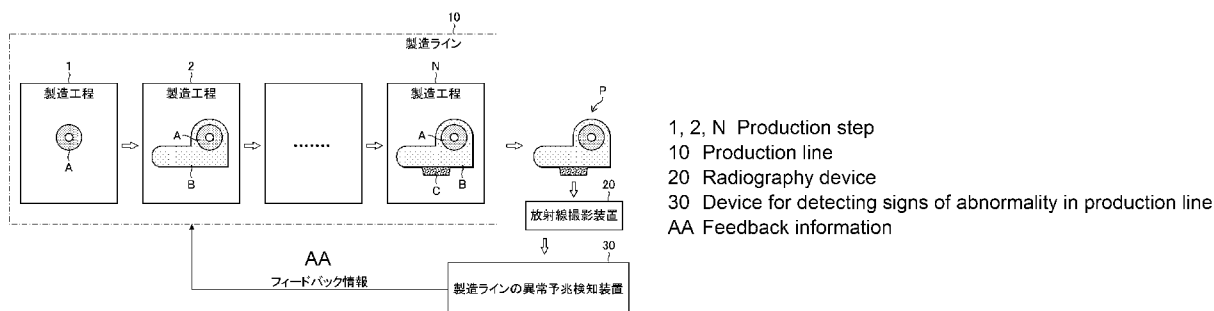


(10) 国際公開番号
WO 2022/224657 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01) *G06T 7/00* (2017.01)
G05B 19/418 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/012546
- (22) 国際出願日: 2022年3月18日(18.03.2022)
- (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 2021-070135 2021年4月19日(19.04.2021) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (**FUJIFILM CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 池田 遼 (**IKEDA, Haruka**); 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 富士フイルム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松浦 憲三 (**MATSUURA, Kenzo**); 〒1630223 東京都新宿区西新宿二丁目6番1号 新宿住友ビル23階 新都心国際特許事務所 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, IT, JM, JO, JP, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** DEVICE, METHOD, AND PROGRAM FOR DETECTING SIGNS OF ABNORMALITY IN PRODUCTION LINE, PRODUCTION DEVICE, AND INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 製造ラインの異常予兆検知装置、方法及びプログラム並びに製造装置及び検品装置



(57) **Abstract:** Provided are: a device, a method, and a program for detecting signs of an abnormality in a production line which make it possible to detect signs of an abnormality in a production line; a production device; and an inspection device. A processor in the device (30) for detecting signs of an abnormality in a production line acquires images captured by a radiography device (20) of each product (P) produced by a production line (10), and acquires singularity information relating to the singularities of the products (P) on the basis of the acquired images. The processor stores information affecting the determination of whether a defect is present in the products (P) within the singularity information as information relating to defects in memory, and designates information not affecting the determination of whether a defect is present in the products as information not relating to defects in the memory. The processor calculates a line evaluation value indicating the soundness of the production line (10) on the basis of the information relating to defects and the information not relating to defects, and detects signs of an abnormality in the production line (10) on the basis of the calculated line evaluation value.

WO 2022/224657 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 :

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

(57) 要約 : 製造ラインの異常兆候を検知することができる製造ラインの異常予兆検知装置、方法及びプログラム並びに製造装置及び検品装置を提供する。製造ラインの異常予兆検知装置 (30) のプロセッサは、放射線撮影装置 (20) により撮影された画像であって、製造ライン (10) により製造された製品 (P) を撮影した製品毎の画像を取得し、取得した画像に基づいて製品 (P) の特異点に関連する特異点情報を取得する。プロセッサは、特異点情報のうちの製品 (P) の欠陥の有無の判定に影響する情報を欠陥関連情報とし、製品の欠陥の有無の判定に影響しない情報を欠陥非関連情報としてメモリに保存する。プロセッサは、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とに基づいて、製造ライン (10) の健全度を示すライン評価値を算出し、算出したライン評価値に基づいて製造ライン (10) の異常兆候を検知する。

明 細 書

発明の名称：

製造ラインの異常予兆検知装置、方法及びプログラム並びに製造装置及び
検品装置

技術分野

[0001] 本発明は製造ラインの異常予兆検知装置、方法及びプログラム並びに製造装置及び検品装置に係り、特に製造ラインにより製造された製品から、その製造ラインの異常兆候を予兆する技術に関する。

背景技術

[0002] 金属部品の製造現場等では、出荷前に欠陥の有無の検査が行われる。一方、製品を製造する機械側の不具合を検査することは、検査コストや連続して生産を続ける必要性から、毎回行うことは難しく、一定期間ごとのメンテナンス等が行われるか、不具合が生じるようになってから点検するしかないので、早期の異常発見は困難であった。

[0003] これに対し、従来、複数の部品を組み立てて製品を形成する製造工程と、各部品または製品を検査対象として検査対象を検査する検査工程とを含み、検査工程では、予め設定されたルールに従って検査対象を撮影し、この撮影に伴う画像を処理し、さらに、この処理結果と良否判定値とを比較して製品の良否を判定するとともに、画像の処理結果を順次蓄積してその内容を判定し、この判定結果を製造工程に反映させる管理工程を含む、製造ラインの生産管理方法が提案されている（特許文献1）。

[0004] 特許文献1に記載の製造ラインの生産管理方法は、具体的には製品の外形面に向けて照明装置から光を照射し、外形面で反射した反射光をカメラで受光することで、製品の外形面をカメラで撮影する。

[0005] 検査対象の表面に生じる傷のうち、主に光った傷を検出するための上限レベルと、検査対象の表面に生じる黒い結果や表面の粗さなどを検出するための下限レベルとが、カメラから得られるビデオ信号の輝度レベルに関連付け

て設定され、製造ラインの生産管理方法は、撮影して得られたビデオ信号に関する情報をデジタルデータとして記憶媒体に順次蓄積し、ビデオ信号のレベルが規格値を超えて、上限レベルに近づく傾向を示すとき、あるいは、ビデオ信号のレベルが規格値を下回り、下限レベルに近づく傾向を示すときには、この情報を基に製造工程における組み立て方法を変更することで、次に製造される製品に異常が生じるのを未然に防止するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-15930号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1には、製品又はその部品を撮影して得られたビデオ信号に関する情報をデジタルデータとして記憶媒体に順次蓄積し、ビデオ信号のレベルが規格値を超えて、上限レベルに近づく傾向を示すとき、あるいは、ビデオ信号のレベルが規格値を下回り、下限レベルに近づく傾向を示すときには、この情報を基に製造工程における組み立て方法を変更することで、次に製造される製品に異常が生じるのを未然に防止する記載があるが、欠陥とまでは言えないビデオ信号のレベル（製品の欠陥の有無の判定に影響しない情報）をも考慮して、製造ラインの異常兆候を検知する記載がない。

[0008] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、製造ラインの異常兆候を早期に遅滞なく検知することができ、また製品の検品を行うことができる製造ラインの異常予兆検知装置、方法及びプログラム並びに製造装置及び検品装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するために第1態様に係る発明は、プロセッサと、撮影装置と、第1メモリと、第2メモリとを備えた製造ラインの異常予兆検知装置であって、プロセッサは、製造ラインにより製造された検査対象である製品

を、撮影装置を用いて1つずつ撮影する撮影処理と、撮影により取得した画像に基づいて製品の特異点に関連する特異点情報を取得する特異点情報取得処理と、取得した特異点情報を第1メモリに保存する特異点情報保存処理と、第1メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥の有無の判定に影響する情報を欠陥関連情報として第2メモリに保存し、製品の欠陥の有無の判定に影響しない情報を欠陥非関連情報として第2メモリに保存する保存処理と、欠陥関連情報に基づいて、製品の健全度を示す製品評価値を算出する製品評価値算出処理と、製品評価値算出処理により算出された製品評価値に基づいて製品の欠陥の有無を検知する欠陥検知処理と、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とに基づいて、製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するライン評価値算出処理と、ライン評価値算出処理により算出されたライン評価値に基づいて製造ラインの異常兆候を検知する異常兆候検知処理と、製造ラインの異常兆候の検知結果及び製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を入力する出力処理と、を行う、製造ラインの異常予兆検知装置である。

[0010] 本発明の第1態様によれば、製造ラインにより製造された製品を撮影装置により1つずつ撮影し、撮影により取得した画像に基づいて各製品の特異点に関連する特異点情報を取得し、取得した特異点情報を第1メモリに保存し、更に第1メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥の有無の判定に影響する情報を欠陥関連情報とし、製品の欠陥の有無の判定に影響しない情報を欠陥非関連情報として第2メモリに保存する。そして、欠陥関連情報に基づいて、製品の健全度を示す製品評価値を算出し、算出した製品評価値に基づいて製品の欠陥の有無を検知する。また、第2メモリに保存した欠陥関連情報と欠陥非関連情報（分類された特異点情報）に基づいて製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出し、算出したライン評価値に基づいて製造ラインの異常兆候を検知する。これにより、製造ラインにより製造される製品の検査履歴を構成する各種の特異点情報を考慮して（製品の欠陥の有無の判定に影響しない特異点情報をも考慮して）、製造ラインの異常兆候を早期

に遅滞なく検知することができる。また、製造ラインの異常兆候の検知結果及び製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を出力することで、製造ラインに対して自動的に、又はユーザにより適切な対応策を講じることができ、また、製品の検品を行うことができる。

[0011] 本発明の第2態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、プロセッサは、欠陥非関連情報に基づいて欠陥予兆値を算出する欠陥予兆値算出処理と、欠陥予兆値を報知する報知処理と、を行うことが好ましい。これにより、製造ラインで製品を製造し続けた場合における将来欠陥が発生する可能性もしくは欠陥が発生する時期についての予測が可能になる。

[0012] 本発明の第3態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、撮影装置は、放射線撮影装置、超音波撮影装置、又は赤外線撮影装置であることが好ましい。これにより、製品の内部の特異点も撮影することができ、製品の非破壊検査が可能である。

[0013] 本発明の第4態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、特異点情報は、特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの1以上であり、保存処理は、特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの1以上に基いて、特異点情報を欠陥関連情報と欠陥非関連情報とに分類して第2メモリに保存することが好ましい。

[0014] 本発明の第5態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、ライン評価値算出処理は、第2メモリに保存された少なくとも1つの欠陥関連情報と第2メモリに保存された少なくとも2以上の欠陥非関連情報とに基づいて、製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出することが好ましい。

[0015] 本発明の第6態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、ライン評価値算出処理は、第2メモリに保存された2以上の欠陥関連情報と第2メモリに保存された2以上の欠陥非関連情報とに基づいて、製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出することが好ましい。

[0016] 本発明の第7態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、ライン評価値算出処理は、第2メモリに記憶された複数の製品に対応する欠陥関連

情報と欠陥非関連情報とに基づいて、製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出することが好ましい。

[0017] 本発明の第8態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、複数の製品は、一定期間内に製造された製品群、時系列に沿って製造された一定数の製品群、若しくは製品を管理する単位である1ロットの製品群であることが好ましい。尚、一定期間内に製造された製品群、又は一定数の製品群は、他の製品群との間で一部の製品が重複していてもよい。

[0018] 本発明の第9態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、ライン評価値算出処理は、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とをカウントし、カウントしたカウント値に基づいてライン評価値を算出することが好ましい。ライン評価値は、カウント値そのものをライン評価値とする場合の他、カウント値を対象とした製品の個数で割った平均値として求めてもよい。

[0019] 本発明の第10態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、ライン評価値算出処理は、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とをカウントする際に、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とを重み付けしてカウントすることが好ましい。尚、欠陥関連情報に分類される特異点情報の中でも更に異なる重み付けしてもよいし、欠陥非関連情報に分類される特異点情報の中でも更に異なる重み付けをしてもよい。

[0020] 本発明の第11態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、ライン評価値算出処理は、欠陥関連情報をカウントする際に、欠陥関連情報の種類に応じた重み付けを行いカウントすることが好ましい。欠陥関連情報の種類は、例えば、特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、形状情報、及び欠陥に関連する程度などを含む。

[0021] 本発明の第12態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、異常兆候検知処理は、2以上のライン評価値を比較し、比較した比較結果に基づいて製造ラインの異常兆候を検知することが好ましい。製造時期が異なる2以上の製品の検査履歴から算出されるライン評価値を比較することで、或る製造時期に生産された製品は、他の製造時期に生産された製品よりも総じて

欠陥関連情報を多く含む、といったフィードバック情報を抽出することができ、製造ラインの異常兆候を検知して通知することができる。

[0022] 本発明の第13態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、製造ラインは、複数の製造工程を含み、特異点情報は、特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの1以上であり、特異点情報に含まれる特定の特異点情報と製造ラインの複数の製造工程のうちの特異点情報と関連する特定の製造工程とを対応させた第1対応表を記憶する第3メモリを更に備え、ライン評価値算出処理は、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とをカウントする際に、第1対応表にしたがって複数の製造工程ごとにカウントし、カウントした製造工程ごとのカウント値を、各製造工程の健全度を示す工程評価値として算出し、異常兆候検知処理は、製造工程ごとに算出した工程評価値に基づいて製造ラインの各製造工程の異常兆候を検知することが好ましい。これによれば、複数の製造工程のうち劣化可能性のある製造工程を特定することができ、適切な対応策を講じることができる。

[0023] 本発明の第14態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、特異点情報は、特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの1以上であり、特異点情報に含まれる特定の特異点情報と、製造ラインにおける製造環境を示す複数の環境情報のうちの特異点情報と関連する特定の環境情報とを対応させた第2対応表を記憶する第4メモリを更に備え、プロセッサは、第1メモリに保存した特異点情報のうち、特定の特異点情報を取得する処理と、特定の特異点情報を取得した場合に、取得した特定の特異点情報に関連する特定の環境情報を第2対応表にしたがって取得する処理と、を行い、出力処理は、特定の環境情報を含むフィードバック情報を出力することが好ましい。これによれば、特定の特異点情報を取得すると、第4メモリからその特定の特異点情報と関連する特定の環境情報を取得し、特定の環境情報を含むフィードバック情報を出力するため、特定の環境情報に応じて製造ラインの環境を整えることにより、環境に起因する製品の欠陥の発生を低減することができる。

[0024] 本発明の第15態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、製品群ごとの品質を示す品質情報と品質情報に関連する付加情報とを対応させて記憶する第5メモリを更に備え、プロセッサは、製品群に対応する検査履歴群の各検査履歴に基づいて製品群の品質に関する品質情報を取得する処理と、取得した品質情報に基づいて第5メモリから品質情報に対応する付加情報を取得する処理と、を行い、出力処理は、製品群に対応して取得した付加情報を出力することが好ましい。製品群に対応して取得される付加情報としては、その製品群の品質に応じた、製品の事後処理の内容や利用用途などの情報が考えられる。

[0025] 本発明の第16態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、特異点情報は、製品の特異点の発生位置情報及びサイズ情報を含み、プロセッサは、特異点情報取得処理により取得した特異点情報に基づいて閾値よりも小さい特異点サイズの微小特異点を示す微小特異点情報を取得する処理と、取得した微小特異点情報に基づいて微小特異点を強調表示させる強調情報であって、微小特異点を含み、微小特異点の特異点サイズよりも大きい領域を視認可能に表示させる強調情報と微小特異点の個数に対応する情報とを生成する処理と、を行い、出力処理は、画像に強調情報及び微小特異点の個数に対応する情報を重畳してディスプレイに表示させることが好ましい。微小特異点は、その微小特異点の領域を強調しても視認しづらいため、微小特異点の特異点サイズよりも大きい領域を視認可能に表示させる強調情報、及び微小特異点の個数に対応する情報を生成し、これらの情報を画像に重畳してディスプレイに表示させることで、微小特異点の発生箇所等を確認しやすくする。

[0026] 本発明の第17態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、強調情報は、微小特異点の特異点サイズよりも大きい領域を特定の色及び輝度のうちの少なくとも一方で塗り潰すマスク情報、又は領域を囲む枠情報であり、微小特異点の個数に対応する情報は、個数を示す文字情報、又は個数に応じた強調情報の色及び輝度のうちの少なくとも一方の情報であることが好ま

しい。

[0027] 本発明の第18態様に係る製造ラインの異常予兆検知装置において、特異点情報取得処理は、画像の特徴量を抽出し、画像の画素ごとに特異点情報の欠陥確率を取得し、出力処理は、特異点情報に対応する画素に、欠陥確率に応じた色を付加してディスプレイに表示させることが好ましい。欠陥確率に応じた色を特異点情報に対応する画素に付加することで、特異点領域を欠陥確率に応じたグラデーションやヒートマップとして表示することができる。特異点情報の欠陥確率に応じた色は、色相及び彩度の少なくとも一方を含む。

[0028] 第19態様に係る発明は、製品を製造する製造ラインと、プロセッサと、撮影装置と、第1メモリと、第2メモリとを備えた製造装置であって、プロセッサは、製造ラインにより製造された製品を、撮影装置を用いて1つずつ撮影する撮影処理と、撮影により取得した画像に基づいて製品の特異点に関連する特異点情報を取得する特異点情報取得処理と、取得した特異点情報を第1メモリに保存する特異点情報保存処理と、第1メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥の有無の判定に影響する情報を欠陥関連情報として第2メモリに保存し、製品の欠陥の有無の判定に影響しない情報を欠陥非関連情報として第2メモリに保存する保存処理と、欠陥関連情報に基づいて、製品の健全度を示す製品評価値を算出する製品評価値算出処理と、製品評価値算出処理により算出された製品評価値に基づいて製品の欠陥の有無を検知する欠陥検知処理と、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とに基づいて、製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するライン評価値算出処理と、算出されたライン評価値に基づいて製造ラインの異常兆候を検知する異常兆候検知処理と、製造ラインの異常兆候の検知結果及び製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を出力する出力処理と、を行う、製造装置である。

[0029] 第20態様に係る発明は、プロセッサと、撮影装置と、第1メモリと、第2メモリとを備えた検品装置であって、プロセッサは、製造ラインにより製造された検査対象である製品を、撮影装置を用いて1つずつ撮影する撮影処

理と、撮影により取得した画像に基づいて製品の特異点に関連する特異点情報を取得する特異点情報取得処理と、取得した特異点情報を第1メモリに保存する特異点情報保存処理と、第1メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥の有無の判定に影響する情報を欠陥関連情報として第2メモリに保存し、製品の欠陥の有無の判定に影響しない情報を欠陥非関連情報として第2メモリに保存する保存処理と、欠陥関連情報に基づいて、製品の健全度を示す製品評価値を算出する製品評価値算出処理と、製品評価値算出処理により算出された製品評価値に基づいて製品の欠陥の有無を検知する欠陥検知処理と、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とに基づいて、製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するライン評価値算出処理と、ライン評価値算出処理により算出されたライン評価値に基づいて製造ラインの異常兆候を検知する異常兆候検知処理と、製造ラインの異常兆候の検知結果及び製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を出力する出力処理と、を行う、検品装置である。

[0030] 第21態様に係る発明は、プロセッサが、以下のステップの処理を行うことにより製造ラインの異常兆候を検知する製造ラインの異常予兆検知方法であって、製造ラインにより製造された検査対象である製品を、撮影装置を用いて1つずつ撮影するステップと、撮影により取得した画像に基づいて製品の特異点に関連する特異点情報を取得するステップと、取得した特異点情報を第1メモリに保存するステップと、第1メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥の有無の判定に影響する情報を欠陥関連情報として第2メモリに保存し、製品の欠陥の有無の判定に影響しない情報を欠陥非関連情報として第2メモリに保存するステップと、欠陥関連情報に基づいて、製品の健全度を示す製品評価値を算出するステップと、製品評価値に基づいて製品の欠陥の有無を検知するステップと、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とに基づいて、製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するステップと、ライン評価値に基づいて製造ラインの異常兆候を検知するステップと、製造ラインの異常兆候の検知結果及び製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情

報を出力するステップと、を含む、製造ラインの異常予兆検知方法である。

[0031] 本発明の第23態様に係る製造ラインの異常予兆検知方法において、撮影装置は、放射線撮影装置、超音波撮影装置、又は赤外線撮影装置であることが好ましい。製品を非破壊検査するためである。

[0032] 第24態様に係る発明は、第21態様又は第23態様のいずれかに記載の製造ラインの異常予兆検知方法をコンピュータに実行させる製造ラインの異常予兆検知プログラムである。

発明の効果

[0033] 本発明によれば、製造ラインの異常兆候を早期に遅滞なく検知することができ、その検知結果及び製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を取得することができる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]図1は、本発明に係る製造装置の構成を示す概略図である。

[図2]図2は、製品を撮影する放射線撮影装置の一例を示す図である。

[図3]図3は、本発明に係る製造ラインの異常予兆検知装置のハードウェア構成の実施形態を示すブロック図である。

[図4]図4は、本発明に係る製造ラインの異常予兆検知装置の実施形態を示す機能ブロック図である。

[図5]図5は、メモリに保存される検査履歴の一例を示す図表である。

[図6]図6は、特異点情報に含まれる特定の特異点情報と製造ラインの複数の製造工程のうちの特異点情報と関連する特定の製造工程とを対応させた第1対応表の第1例を示す図表である。

[図7]図7は、特異点情報に含まれる特定の特異点情報と製造ラインの複数の製造工程のうちの特異点情報と関連する特定の製造工程とを対応させた第1対応表の第2例を示す図表である。

[図8]図8は、製品群における各製品の特異点を製造工程ごとにカウントした場合のカウント値（製造工程ごとの工程評価値）の一例を示す図表である。

[図9]図9は、特定の特異点情報と関連する特定の環境情報とを対応させた第

2 対応表の一例を示す図表である。

[図10]図 1 0 は、製品群ごとの品質を示す品質情報と品質情報に関連する付加情報とを対応させた対応表の一例を示す図表である。

[図11]図 1 1 は、微小特異点を含む製品の画像の一例を示す図である。

[図12]図 1 2 は、微小特異点を含む製品の画像の他の例を示す図である。

[図13]図 1 3 は、本発明に係る製造ラインの異常予兆検知方法の実施形態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

[0035] 以下、添付図面に従って本発明に係る製造ラインの異常予兆検知装置、方法及びプログラム並びに製造装置及び検品装置の好ましい実施形態について説明する。

[0036] [製造装置の構成]

図 1 は、本発明に係る製造装置の構成を示す概略図である。

[0037] 図 1 に示す製造装置は、製造ライン 1 0、及び製造ラインの異常予兆検知装置 3 0 から構成されている。

[0038] 製造ライン 1 0 は、製造工程 1 から製造工程 N の複数の製造工程を備え、各製造工程 1 ~ N を経由して金属部品からなる製品 P を製造する。例えば、製造工程 1 は、部品 A を製造し、製造工程 2 は、部品 B を製造するとともに、部品 A と部品 B とを接合し、製造工程 N は、部品 C を製造するとともに、部品 B と部品 C とを接合して、この製造ライン 1 0 による製造対象物の製品 P を製造する。

[0039] 本発明に係る製造ラインの異常予兆検知装置 3 0 は、放射線撮影装置（撮影装置） 2 0 を含んで構成されており、放射線撮影装置 2 0 により撮影された画像により製品 P を非破壊検査する検品装置として機能する。

[0040] 製造ライン 1 0 により製造された製品 P は、放射線撮影装置 2 0 により 1 つずつ撮影される。

[0041] 図 2 は、製品を撮影する放射線撮影装置の一例を示す図である。

[0042] 図 2 に示す放射線撮影装置 2 0 は、放射線として X 線を使用する X 線撮影

装置であり、X線源22と、イメージングプレート24とを備え、製品Pを挟んでX線源22と対向する位置にイメージングプレート24が配置されている。

[0043] X線源22から照射されるX線は、製品Pを透過してイメージングプレート24に入射し、イメージングプレート24には、入射線量に応じたエネルギー情報（X線画像情報）が蓄えられる。イメージングプレート24に蓄えられたX線画像情報は、図3に示す画像読取装置40により読み取られ、製造ラインの異常予兆検知装置30に製品PのX線透視画像として取り込まれる。

[0044] 放射線撮影装置20は、イメージングプレート24を使用するものに限らず、X線フラットパネルディテクタ、X線ラインセンサ、X線フィルム等を使用したものでもよい。また、製品に対して、どの位置及びどの方向から撮影するかは製品に応じて決定され、1つの製品に対して複数箇所の撮影を行うようにしてもよい。

[0045] 製造ラインの異常予兆検知装置30は、製品Pを撮影して取得したX線透視画像（以下、単に「画像」という）に基づいて製品Pを非破壊検査し、製品Pの検査結果から製造ライン10全体、あるいは製造ライン10の各製造工程1～Nの異常兆候を検知するものである。

[0046] [製造ラインの異常予兆検知装置のハードウェア構成]

図3は、本発明に係る製造ラインの異常予兆検知装置のハードウェア構成の実施形態を示すブロック図である。

[0047] 図3に示す製造ラインの異常予兆検知装置30は、パーソナルコンピュータ、ワークステーション等により構成され、プロセッサ32、メモリ34、ディスプレイ（表示部）36、入出力インターフェース38、及び操作部39等を備える。

[0048] プロセッサ32は、CPU（Central Processing Unit）等から構成され、製造ラインの異常予兆検知装置30の各部を統括制御するとともに、放射線撮影装置20により撮影された製品Pごとの画像に基づいて各種の処理を行

い、製造ライン10の異常兆候を検知するが、プロセッサ32による各種の処理の詳細については後述する。

[0049] メモリ34は、フラッシュメモリ、ROM (Read-only Memory)、及びRAM(Random Access Memory)、ハードディスク装置等を含む。フラッシュメモリ、ROM又はハードディスク装置は、オペレーションシステム、本発明に係る製造ラインの異常予兆検知プログラムを含む各種のプログラム等を記憶する不揮発性メモリである。RAMは、プロセッサ32による処理の作業領域として機能する。また、フラッシュメモリ等に格納された構造物の状態予測プログラム等を一時的に記憶する。

[0050] メモリ34には、プロセッサ32の特異点情報取得処理により取得した、製品の特異点に関連する特異点情報が、製品ごとの検査履歴として保存され、また、後述する各種の対応表(テーブル)等が記憶される。

[0051] 特異点情報のうちの、製品の欠陥の有無の判定に影響する特異点情報は、欠陥関連情報として分類されてメモリ34に保存され、製品の欠陥の有無の判定に影響しない特異点情報は、欠陥非関連情報として分類されたメモリ34に保存される。尚、特異点情報の詳細については後述する。

[0052] プロセッサ32は、製造ラインの異常予兆検知プログラムにしたがって、RAMを作業領域としながら、メモリ34から製品ごとの検査履歴に含まれる各種の特異点情報等の必要なデータを取得し、製造ラインの異常予兆検知装置30の各部の制御及び処理を行う。

[0053] 表示部36は、プロセッサ32により検知された、製造ライン10の異常兆候の検知結果を含むフィードバック情報を表示する。ユーザは、表示部36により表示されたフィードバック情報により、製造ライン10の健全度を確認することができ、製造ライン10に対して適切な保守、保全等を行うことができる。

[0054] また、表示部36は、プロセッサ32が取得した製品Pの画像を表示させることができ、ユーザは、表示部36に表示された画像を見ながら、製品Pの各種の特異点を確認することができる。尚、表示部36は、操作部39か

らユーザ指示を受け付ける場合のGUI (Graphical User Interface) の一部としても使用される。

[0055] 入出力インターフェース38は、外部機器と接続可能な接続部、及びネットワークと接続可能な通信部等を含む。外部機器と接続可能な接続部としては、USB (Universal Serial Bus)、HDMI (High-Definition Multimedia Interface) (HDMIは登録商標)等を適用することができる。入出力インターフェース38に画像読取装置40を接続し、画像読取装置40が、図2に示した放射線撮影装置20のイメージングプレート24に蓄えられたX線画像情報を読み取ることで、プロセッサ32は、入出力インターフェース38を介して製品PのX線透視画像を取得することができる。

[0056] 操作部39は、キーボード、マウス等のポインティングデバイス、キーボード等を含み、ユーザによる各種の指示を受け付けるGUIの一部として機能する。

[0057] [製造ラインの異常予兆検知装置の実施形態]

図4は、本発明に係る製造ラインの異常予兆検知装置の実施形態を示す機能ブロック図である。

[0058] 図4に示す製造ラインの異常予兆検知装置は、撮影処理部51、特異点情報取得部52、メモリ制御部53、ライン評価値算出部54、異常兆候検知部55、出力部56、製品評価値算出部57、欠陥検知部58、欠陥予兆値算出部59、及び報知部60を備え、図3に示した製造ラインの異常予兆検知装置30のプロセッサ32が、撮影処理部51、特異点情報取得部52、メモリ制御部53、ライン評価値算出部54、異常兆候検知部55、出力部56、製品評価値算出部57、欠陥検知部58、欠陥予兆値算出部59、及び報知部60として機能する。

[0059] 撮影処理部51は、製造ライン10により製造された検査対象である製品Pを、放射線撮影装置20を用いて1つずつ撮影する撮影処理を、自動的に又はユーザからの撮影指示入力により行う部分であり、放射線撮影装置20により撮影された製品Pの画像を、入出力インターフェース38を介して取

得する。

[0060] 特異点情報取得部52は、撮影処理部51が取得した画像に基づいて製品Pの特異点に関連する特異点情報を取得する特異点情報取得処理を行う。特異点情報取得部52により取得される特異点情報は、製品Pの特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの1以上である。製品Pの特異点には、欠陥とまでは言えない微細な異質な部分も含まれ、特異点情報は、製品Pの欠陥の有無の判定に影響する情報である欠陥関連情報と、製品Pの欠陥の有無の判定に影響しない情報である欠陥非関連情報とに分類される。

[0061] 特異点の種別情報は、ガスホール、気泡、高密度異物、低密度異物、クラック、溶接不良などが考えられる。特異点の発生位置情報は、製品Pが複数の部品から構成されている場合には、特異点が発生した部品の情報も特異点の発生位置情報の一つである。溶接不良には、溶接金属内部の空洞部（ブローホール、ピンホール）、溶け込み不良、アンダーカット、オーバーラップ等がある。サイズ情報は、特異点領域の面積（画素数）で表すことができる。また、球形の特異点の場合は直径で表し、線状の特異点の場合は特異点の長さで表すことができる。

[0062] 特異点情報取得部52は、例えば、AI（Artificial Intelligence）により構成することができ、製品Pの画像を入力すると、画像の特徴量を抽出し、画像の各画素が、どの特異点の種類に属するかのクラス分類を行うことで、特異点領域の抽出、及び特異点種別の認識結果等の特異点情報を取得する。また、ユーザが、表示部36に表示された画像から目視により特異点を確認し、操作部39により特異点の種別情報、特異点の発生位置情報等を入力し、特異点情報取得部52は、ユーザ操作により入力された特異点情報を取得するようにしてもよい。

[0063] メモリ制御部53は、特異点情報取得部52により取得された、製品Pの特異点に関連する特異点情報を、製品Pごとの検査履歴としてメモリ（第1メモリ）34に保存させる特異点情報保存処理と、メモリ34に保存した特

異点情報のうち、製品の欠陥の有無の判定に影響する情報を欠陥関連情報としてメモリ（第2メモリ）34に保存し、製品の欠陥の有無の判定に影響しない情報を欠陥非関連情報としてメモリ（第2メモリ）34に識別可能に保存する保存処理とを行うとともに、メモリ34に保存された検査履歴等を読み出す読出処理を行う。尚、第1メモリと第2メモリとは、同じメモリ34内の異なる記憶領域に限らず、物理的に異なるメモリでもよい。

[0064] 図5は、メモリに保存される検査履歴の一例を示す図表である。

[0065] 図5に示す検査履歴は、製品ごとに製品番号に関連付けられた特異点情報（特異点の種別情報、特異点の発生位置情報、特異点のサイズ情報、及び特異点の形状情報）であり、その他の情報として、製品のロット番号、検査画像、検査日時等を含んでいてもよい。

[0066] また、図5に示す例では、1つの製品に対して、1つの特異点情報が保存されているが、1つの製品に対して複数の特異点情報（複数の同種の特異点情報、及び／又は複数の異種の特異点情報を含む）が取得されている場合には、複数の特異点情報が保存される。

[0067] 更に、微小特異点の1つである径の小さいピンホールの場合、ピンホールの個数の情報も保存することが好ましい。尚、ピンホールの個数が1個の場合は、孤立したピンホールであり、複数個の場合は、密集したピンホールである。孤立したピンホール、又は密集したピンホールが複数存在する場合は、複数の特異点情報として保存することが好ましい。密集して複数のピンホールが存在する場合、その領域が特異点の発生位置となる。

[0068] また、特異点が検出されない製品についても、検査履歴（「特異点無し」）として保存してもよい。

[0069] メモリ制御部53は、特異点情報のうち、製品の欠陥の有無の判定に影響する特異点情報を欠陥関連情報としてメモリに保存し、製品の欠陥の有無の判定に影響しない特異点情報を欠陥非関連情報としてメモリに識別可能に保存するが、各特異点情報に対して、欠陥関連情報又は欠陥非関連情報のフラグ情報を付加するようにしてもよい。

- [0070] ここで、欠陥関連情報又は欠陥非関連情報に特異点情報を分類する場合、特異点のサイズ情報、種別情報、発生位置情報、及び特異点の個数等のうちの1つの情報、又は複数の情報の組合せに基づいて行うことができる。
- [0071] 例えば、特異点のサイズが非常に大きい場合、特異点の種別情報及び発生位置情報にかかわらず、欠陥関連情報として分類することができる。また、特異点の種別情報がピンホール（小さい気泡等）の場合、密集するピンホールの個数、及び／又は発生位置の情報に基づいて欠陥関連情報又は欠陥非関連情報に分類することができる。例えば、孤立したピンホールは、欠陥非関連情報に分類することができる。密集するピンホールの場合、許容できる個数よりも少ない場合、あるいはピンホールの発生位置が大きな応力が加わる重要箇所ではない場合、欠陥非関連情報に分類することができる。
- [0072] 図4に戻って、ライン評価値算出部54は、メモリ34に保存された検査履歴を構成する、欠陥関連情報又は欠陥非関連情報に分類された特異点情報を、メモリ34からメモリ制御部53を介して読み出し、読み出した特異点情報に基づいて製造ライン10の健全度を示すライン評価値を算出するライン評価値算出処理を行う。
- [0073] ライン評価値の算出に使用される特異点情報は、欠陥関連情報に分類された特異点情報と欠陥非関連情報に分類された特異点情報とを含む。したがって、ライン評価値算出部54は、メモリ34（第2メモリ）に保存された欠陥関連情報とメモリ34（第2メモリ）に保存された欠陥非関連情報とに基づいて、製造ライン10の健全度を示すライン評価値を算出する。
- [0074] ライン評価値算出部54は、メモリ34（第2メモリ）に保存された欠陥関連情報とメモリ34（第2メモリ）に保存された欠陥非関連情報に基づいて製造ライン10の健全度を示すライン評価値を算出するライン評価値算出処理を行う。
- [0075] ライン評価値算出部54は、好ましくは少なくとも1つの欠陥関連情報と少なくとも2以上の欠陥非関連情報、より好ましくは2以上の欠陥関連情報と2以上の欠陥非関連情報に基づいて、製造ライン10の健全度を示すライ

ン評価値を算出する。

- [0076] 尚、ライン評価値算出部54は、メモリ34（第2メモリ）に保存された欠陥非関連情報に基づいて製造ライン10の健全度を示すライン評価値を算出するようにしてもよい。
- [0077] また、ライン評価値の算出に使用される特異点情報は、複数の製品に対応する特異点情報（欠陥関連情報と欠陥非関連情報）である。
- [0078] ここで、複数の製品は、一定期間内に製造された製品群、時系列に沿って製造された一定数の製品群、若しくは製品を管理する単位である1ロットの製品群であることが好ましい。
- [0079] 一定期間は、1週間、1カ月等が考えられ、ユーザが適宜設定することが可能である。また、一定期間に製造される製品群に対する検査履歴群は、重複を許して設定することができる。例えば、一定期間が1週間の場合において、1週間を1日ずつずらすことで、過去1週間の間に製造された製品群に対応する検査履歴群を、毎日取得することができる。この場合、新規に取得した検査履歴群のうちの6日分の検査履歴は、前日に取得した検査履歴群の検査履歴と重複することになる。
- [0080] また、一定数は、ユーザが製品に応じて適宜設定することができる。一定数の検査履歴は、上記と同様に重複を許して設定することができる。
- [0081] 1ロットの製品の数量は、在庫数や原材料の仕入れ等を考慮して、ユーザが適宜設定することができる。
- [0082] ライン評価値算出部54は、複数の製品に対応する複数の検査履歴における個々の特異点情報であり、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とに分類された特異点情報に基づいて、製造ライン10の健全度を示すライン評価値を算出する。具体的には、ライン評価値算出部54は、製品群における欠陥関連情報と欠陥非関連情報との総数をカウントし、カウントしたカウント値に基づいてライン評価値を算出することができる。ライン評価値は、カウント値そのものをライン評価値とする場合の他、カウント値を対象とした製品の個数で割った平均値として求めてもよい。

- [0083] また、ライン評価値算出部54は、製品群における欠陥関連情報と欠陥非関連情報との総数をカウントする際に、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とを重み付けしてカウントすることが好ましい。欠陥関連情報と欠陥非関連情報との重みは、特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの1以上の特異点情報に応じて決定することが好ましい。
- [0084] 更に、ライン評価値算出部54は、欠陥関連情報をカウントする際に、欠陥関連情報の種類に応じた重み付けを行いカウントすることが好ましい。欠陥関連情報の種類は、欠陥の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、形状情報、又は程度を含み、ライン評価値算出部54は、欠陥関連情報の種類自体に応じた重みづけの他に、欠陥関連情報の内容に応じた重み付け（例えば、欠陥のサイズが大きいものほど重み付けを大きくするや、形状で尖った部分の角度に応じた重み付けなど）を行いカウントすることが好ましい。
- [0085] 異常兆候検知部55は、ライン評価値算出部54により算出したライン評価値に基づいて製造ライン10の異常兆候を検知する異常兆候検知処理を行う。異常兆候検知部55は、製造ライン10の健全度を示すライン評価値を、製品群（検査履歴群）ごとに取得することができるため、製造ライン10の健全度の変化を予測（製造ライン10の異常兆候を検知）することができる。
- [0086] また、異常兆候検知部55は、例えば、製造時期が異なる2以上の製品群に対応する2以上のライン評価値を比較し、その比較結果に基づいて製造ライン10の異常兆候を検知することができる。例えば、製品群ごとのライン評価値が変動しない場合には、製造ライン10の異常兆候がないと判断することができる。製品群ごとのライン評価値が増加傾向にあり、製造ライン10の異常と見なせる閾値に近づいてきた場合には、製造ライン10に異常兆候があると判断することができる。
- [0087] 出力部56は、異常兆候検知部55により検知された製造ライン10の異常兆候の検知結果を含むフィードバック情報を出力する出力処理を行う。フィードバック情報の出力先は、表示部36、あるいは製造ライン10又は製

造ライン10と関連する設備等とすることができる。

[0088] ユーザは、表示部36に表示されるフィードバック情報を確認することができ、製造ライン10の保守、点検作業の必要性等を事前に（欠陥製品が製造される前に）判断することができる。

[0089] また、製造ライン10又は製造ライン10に関連する設備にフィードバック情報を出力することで、製造ライン10における各種金型、溶融金属の温度、圧力、溶接温度等を自動制御し、製造ライン10に関連する設備（例えば、空調設備、原材料の保管設備等の温度、湿度等）を自動制御することも可能である。

[0090] <検品部>

製品評価値算出部57及び欠陥検知部58は、製品Pの検品部として機能する。

[0091] 製品評価値算出部57は、メモリ34に保存された検査履歴を構成する欠陥関連情報を、製品Pごとにメモリ34からメモリ制御部53を介して読み出し、読み出した欠陥関連情報に基づいて、製品Pごとに製品の健全度を示す製品評価値を算出する製品評価値算出処理を行う部分である。尚、欠陥関連情報の種類（欠陥の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、形状情報、程度など）に応じて製品評価値を算出することが好ましい。

[0092] 製品評価値算出部57は、1つの製品Pについて、複数の欠陥関連情報がある場合、欠陥関連情報をカウントし、あるいは欠陥関連情報の種類の応じた重み付けカウントを行い、カウントしたカウント値に基づいて製品評価値を算出することが好ましい。

[0093] 欠陥検知部58は、製品評価値算出部57により算出された製品評価値に基づいて1つ1つの製品Pの欠陥の有無を検知する欠陥検知処理を行う。また、欠陥検知部58は、欠陥がないと検知した製品Pであって、製品評価値に基づいて製品のランク付けを行うようにしてもよい。

[0094] 出力部56は、製造ラインの異常兆候の検知結果を含むフィードバック情報に加えて、欠陥検知部58から入力する製品Pの欠陥の検知結果を含むフ

ィードバック情報を出力する。製品Pの欠陥の検知結果のフィードバック情報は、製品Pを良品と不良品（欠陥品）とに自動又は手動で選別するための情報として使用することができる。

[0095] <欠陥予兆>

欠陥予兆値算出部59及び報知部60は、製造ライン10で製品Pを製造し続けた場合における、将来、製品Pに欠陥が発生する可能性もしくは欠陥が発生する時期について予測及報知する部分である。

[0096] 欠陥予兆値算出部59は、メモリ34に保存された検査履歴を構成する欠陥非関連情報を、製品Pごとにメモリ34からメモリ制御部53を介して読み出し、読み出した欠陥非関連情報に基づいて欠陥予兆値を算出する欠陥予兆値算出処理を行う。

[0097] 製品（部品）の正常な領域であっても、そのテクスチャ（映り込む模様）の特徴量（例：輝度の凹凸のパターンやコントラストの程度、ノイズのようなパターンが表れる場合はその密度）などから、欠陥発生の予兆傾向が見い出せる場合がある。

[0098] また、許容範囲の特異点（製品の欠陥の有無の判定に影響しない特異点）であり、現時点では欠陥と判断されないレベルのものであっても、経時的観察から、将来欠陥と評価されてしまうレベルに到達することが予測される場合もある。

[0099] 欠陥予兆値算出部59は、現在の製造ライン10で製品Pを製造し続けた場合、良品の製造を引き続き製造できる製品の個数、あるいは製造期間等の欠陥予兆値を算出する。

[0100] 報知部60は、欠陥予兆値算出部59により算出された欠陥予兆値を報知処理する部分である。欠陥予兆値の報知により、事前に計画的にシステムのメンテナンスを行ったり、製造環境の見直しを行うことができ、効率的に製造を行うことができる。尚、欠陥予兆値の報知は、出力部56から行うようにしてもよい。

[0101] <製造ラインの各製造工程の異常兆候の検知>

製造ラインの異常予兆検知装置 30 は、製品 P の特異点に関連する特異点情報に含まれる特定の特異点情報と、製造ライン 10 の複数の製造工程 1 ~ N のうちの特定の特異点情報と関連する特定の製造工程とを対応させた第 1 対応表を記憶する第 3 メモリ（メモリ 34）を備えている。

[0102] 図 6 は、特異点情報に含まれる特定の特異点情報と製造ラインの複数の製造工程のうちの特定の特異点情報と関連する特定の製造工程とを対応させた、第 1 対応表の第 1 例を示す図表である。

[0103] 図 6 に示す第 1 例の第 1 対応表は、特異点情報（特に欠陥関連情報に分類される特異点情報の発生部品）と製造工程との関係を示す。

[0104] 図 6 に示すように、例えば、製品 P の部品 A が製造工程 1 により製造される場合、部品 A に関連する特異点情報（例えば、特異点の発生位置情報が部品 A である特定の特異点情報）と、製造工程 1（特定製造工程）とが対応付けられる。

[0105] 同様に製品 P の部品 B に関連する特異点情報（例えば、特異点の発生位置情報が部品 B である特定の特異点情報）と、製造工程 2（特定製造工程）とが対応付けられ、製品 P の部品 C に関連する特異点情報（例えば、特異点の発生位置情報が部品 C である特定の特異点情報）と、製造工程 N（特定製造工程）とが対応付けられる。

[0106] 図 7 は、特異点情報に含まれる特定の特異点情報と製造ラインの複数の製造工程のうちの特定の特異点情報と関連する特定の製造工程とを対応させた、第 1 対応表の第 2 例を示す図表である。

[0107] 図 7 に示す第 2 例の第 1 対応表は、特異点情報（特異点の種類）と製造工程との関係を示す。

[0108] 図 7 に示すように、例えば、製造工程 3 が鋳造工程を含み、ピンホールが発生する可能性がある場合、ピンホール（特定の特異点情報）と、製造工程 3（特定製造工程）とが対応付けられる。同様に、製造工程 4 が溶接工程を含み溶接欠陥が発生する可能性がある場合、溶接欠陥（特定の特異点情報）と、溶接工程を含む製造工程 4（特定製造工程）とが対応付けられる。

- [0109] ライン評価値算出部54は、製品群における欠陥関連情報と欠陥非関連情報とをカウントする際に、図6及び図7に示した第1対応表にしたがって製造ライン10の製造工程1～Nごとにカウントし、カウントした製造工程1～Nごとのカウント値を、各製造工程1～Nの健全度を示す工程評価値として算出することができる。
- [0110] 異常兆候検知部55は、前述したように製品群の特異点（欠陥関連情報と欠陥非関連情報）を重み付けしてカウントしたカウント値（ライン評価値）に基づいて製造ライン10全体の異常兆候を検知する場合に限らず、製造工程ごとに算出した工程評価値に基づいて、製造ライン10の各製造工程1～Nの異常兆候を検知することができる。
- [0111] また、出力部56は、異常兆候検知部55により検知された製造ライン10の各製造工程1～Nの異常兆候の検知結果を含むフィードバック情報を出力することができる。
- [0112] 図8は、製品群における各製品の特異点を製造工程ごとにカウントした場合のカウント値（製造工程ごとの工程評価値）の一例を示す図表である。
- [0113] 製品群は、ロット単位の製品群であり、図8に示す例では、ロットI、ロットII、ロットIIIの製品群ごとの特異点のカウント値が、製造工程1～N別にカウントされている。
- [0114] 図8に示す例によれば、ロットIIIの製品群では、他のロットI、IIの製品群と比較して、製造工程2に関連した特異点のカウント値（15）が大幅に多くなっており、製造ライン10の製造工程2に不具合（異常兆候）があると考えられる。
- [0115] したがって、製造ラインの異常予兆検知装置30は、特定の製造工程の不具合と関連付けられたフィードバック情報を取得した場合には、その旨をユーザに通知して、製造ライン10の特定の製造工程の点検を促すことができる。
- [0116] 尚、プロセッサ32は、製品群の製品ごとに、各製品の特異点情報（特に欠陥関連情報）に基づいて、製品の健全度を示す製品評価値を算出すること

ができ、製品群の各製品の健全度を示す製品評価値を総合して、ライン評価値を算出するようにしてもよい。

[0117] <特異点情報に関連する特定の環境情報の取得>

製造ラインの異常予兆検知装置30は、製品Pの特異点に関連する特異点情報に含まれる特定の特異点情報と、製造ライン10における製造環境を示す複数の環境情報のうちの特定の特異点情報と関連する特定の環境情報とを対応させた、第2対応表を記憶する第4メモリ（メモリ34）を備えている。

[0118] 図9は、特定の特異点情報と関連する特定の環境情報とを対応させた第2対応表の一例を示す図表である。

[0119] 図9に示す第2対応表は、特定の特異点情報（特異点の種類）と特定の環境情報（製造環境）との関係を示す。

[0120] 例えば、鋳造プロセスにおいて、溶湯の充填時にCO₂の巻き込み等によりガス欠陥が発生する場合がある。図9に示す例では、ガス欠陥と環境情報（CO₂過多）とが対応付けられている。

[0121] また、クラック欠陥は、湿度、溶接温度の影響を受けて発生する場合がある。図9に示す例では、クラック欠陥と環境情報（湿度／溶接温度範囲不適）とが対応付けられている。

[0122] プロセッサ32は、製品群に対応する各検査履歴に基づいて特定の特異点情報を取得した場合に、取得した特定の特異点情報に関連する特定の環境情報を、第2対応表（図9）にしたがって取得する処理を行う。

[0123] 出力部56は、特定の特異点情報に関連する特定の環境情報を含むフィードバック情報を出力することができる。

[0124] 製品Pの特異点と製造環境とを関連付けることが可能なフィードバック情報が取得された場合、環境制御装置への制御信号を生成することができる。例えば、特定の種類の特異点が多く発生しており、かつ、その種類の特異点が発生する原因が、一般に、あるいは製品の特性や経験上、絞り込むことが可能な場合（図9に示したようにガス欠陥はCO₂が多く含まれていることが

原因で生じやすく、クラック欠陥は、湿度や溶接の温度がある幅を超えた数値のときに生じやすいなどの場合)は、自動で空調設備、溶接温度、その他の外部環境制御装置に制御信号を伝達し、湿度、溶接温度、原材料の管理環境等を自動で調整し、最適な環境に制御する。尚、ユーザが手動で空調設備、溶接温度等を調整してもよい。

[0125] <製品群の品質に対応する付加情報の取得>

製造ラインの異常予兆検知装置30は、製品群ごとの品質を示す品質情報と品質情報に関連する付加情報とを対応させて記憶する第5メモリ(メモリ34)を備えている。

[0126] 図10は、製品群ごとの品質を示す品質情報と品質情報に関連する付加情報とを対応させた対応表の一例を示す図表である。

[0127] 図10に示す対応表は、製品群ごとの品質を示す品質情報と付加情報との関係を示す。

[0128] 図10に示すように製品群の品質を示す品質情報は、例えば、最優良品、優良品、良品等のランクであり、品質情報に関連する付加情報は、後工程における製品の接合方法を含む加工手段、製品の利用用途等である。

[0129] 尚、製品群ごとの品質情報は、製品群の特異点をカウントしたカウント値(ライン評価値)により決定することができる。また、プロセッサ32は、製品群の製品ごとに、各製品の特異点情報(特に欠陥関連情報)に基づいて、製品の健全度を示す製品評価値を算出する製品評価値算出処理を行い、製品群における各製品の製品評価値を総合して、製品群の品質情報を算出するようにしてもよい。

[0130] また、品質情報に関連する付加情報は、図10に示したものに限らず、製品の品質情報及び製品の種類に応じて、予めユーザが製品群に対するレポートとして作成することができる。

[0131] 微小な傷すら含まれない最優良品の製品群であれば、後工程である接合時に比較的簡易な「ネジ接合」で十分な強度を保証できるため、接合方法として「ネジ接合」という付加情報を付与する。また、その製品群は、当初予定

された装置に使用できる旨のレポートを付与することができる。

[0132] 欠陥というレベルには至らないものの微小な傷を含む良品の製品群であれば、接合方法として、強度を事後的に補強可能な「圧入や高温による焼き嵌め」等の付加情報を付与する。また、より複雑で強固な接合方法を用いることで十分な強度が保証できる場合は、利用用途として、一定の条件のもとで特定の用途Xに利用可能である旨のレポートを付与する。

[0133] また、最優良品と良品の中間の優良品の製品群であれば、接合方法として「圧入や高温による焼き嵌め」等の付加情報を付与した上で、当初予定された装置に使用できる旨のレポートを付与することができる。

[0134] プロセッサ32は、製品群に対応する各検査履歴に基づいて、製品群の品質に関する品質情報を取得する処理を行う。そして、取得した品質情報に基づいてメモリ34に記憶された対応表（図10参照）から品質情報に対応する付加情報を取得する処理を行う。

[0135] 出力部56は、製品群に対応して取得した付加情報を出力する。これにより、検査された製品群の品質に応じて適切に選択した付加情報（レポート）を製品群の出荷先に提供することができる。

[0136] <微小特異点の強調表示>

図11は、微小特異点を含む製品の画像の一例を示す図である。

[0137] 製品又は製品の一部が鋳造品の場合、製品内に微細な気泡が残る微小特異点（ガス欠陥候補）が発生し得る。

[0138] 図11（A）に示す画像には、画像の左側に密集した9個の気泡と、画像の右側に密集した3個の気泡とが存在する。

[0139] 図11（A）に示す気泡は、大きく図示されているが、実際には視覚的に捉えにくいサイズのものである。画像から気泡（特異点）の領域を検出する画像処理を行い、気泡の領域を強調表示しても、視覚的に捉えにくいサイズのものがある。

[0140] そこで、視覚的に判別が容易でない微小特異点の場合には、検出された微小特異点の大きさや形状を強調表示することで、撮影された製品の全体像を

見ながら、同時に全体像に含まれる微小特異点の位置、個数を視覚的に容易に認識できるようにする。

[0141] 図11(B)に示す画像には、微小特異点の発生領域等を視覚的に容易に判別可能にする強調情報が重畳表示されている。

[0142] 図11(B)に示す強調情報は、微小特異点である気泡のサイズよりも大きい領域を特定の色及び輝度のうちの少なくとも一方で塗り潰すマスク情報である。密集した9個の気泡を包含する領域、及び密集した3個の気泡を包含する領域は、それぞれマスク情報が重畳され、塗り潰されている。

[0143] また、微小特異点の個数に対応する情報として、その個数を示す文字情報(数字)が重畳表示されている。尚、本例のマスク情報は、マスク情報の領域内の気泡の数に応じた色及び輝度のうちの少なくとも一方の情報を有している。この場合、微小特異点の個数を示す文字情報が重畳表示されていなくても、その個数を色等により把握することができる。

[0144] プロセッサ32は、特異点情報取得部52により取得した特異点情報に基づいて閾値よりも小さい特異点サイズの微小特異点を示す特異点情報を取得する処理を行う。閾値は、特異点が視覚的に捉えにくいサイズの微小特異点か否かを判断するための値に設定することが好ましい。

[0145] プロセッサ32は、微小特異点を示す微小特異点情報を取得した場合、微小特異点を強調表示させる強調情報であって、微小特異点を含み、微小特異点の特異点サイズよりも大きい領域を視認可能に表示させる強調情報と、微小特異点の個数に対応する情報とを生成する処理とを行うことが好ましい。

[0146] 密集して面的に発生する微小特異点(本例では「気泡」)の場合、どの領域に、どの程度の頻度で発生しているかという情報を把握することが重要である。そこで、一つひとつの気泡の検出結果を総合し、密集した気泡を包含する領域を特定する。

[0147] プロセッサ32は、例えば、微小特異点の領域を拡大させる画像処理(膨張処理(Dilation))を行うことで、密集した微小特異点を包含する領域を取得することができる。一つひとつの微小特異点の領域を所定の拡大率で拡大

させると、微小特異点が密集している場合には、拡大させた各領域が連結し、密集した微小特異点を包含する領域となる。尚、所定の拡大率は、微小特異点が密集している場合には、拡大させた各領域が連結し、孤立した微小特異点同士が連結しないように設定することが好ましい。

[0148] プロセッサ32は、特異点サイズよりも大きい領域を有する強調情報であって、微小特異点の個数に対応する色又は濃淡で塗り潰した強調情報を生成し、更に微小特異点の個数を示す文字情報（数字）を生成する。

[0149] 出力部56は、画像上に強調情報及び微小特異点の個数に対応する情報を重畳して表示部36に表示させる。図11（B）に示す例では、表示部36に表示される強調情報は、特異点サイズよりも大きい領域を塗り潰した領域情報であり、微小特異点の個数に対応する情報は、塗り潰した領域の色又は濃淡情報と、微小特異点の個数を示す文字情報である。

[0150] 尚、表示部36に表示される強調情報は、特異点サイズよりも大きい領域の輪郭を示す輪郭情報、あるいは大きい領域を囲む枠情報（矩形枠）でもよく、また、微小特異点の個数に対応する情報は、塗り潰した領域の色及び輝度のうちの少なくとも一方の情報、又は微小特異点の個数を示す文字情報だけでもよい。更に微小特異点の密度を、塗り潰す領域の色及び輝度のうちの少なくとも一方の情報で表すようにしてもよい。

[0151] 図12は、微小特異点を含む製品の画像の他の例を示す図である。

[0152] 図12（A）に示す画像は、細長い製品（部品）、又は溶接線が撮影された画像であり、この画像には、画像の左側に密集した4個の気泡と、画像の右側に孤立した2個の気泡とが存在する。

[0153] これらの気泡からなる微小特異点は、視覚的に判別することが難しいが、図12（B）に示すように画像上に、気泡のサイズよりも大きい領域を塗り潰してなる強調情報を重畳表示し、更に微小特異点の個数を示す数字を、各強調情報に隣接して表示させることで、微小特異点の位置、及び個数を視覚的に容易に認識することができる。

[0154] 尚、強調情報等を重畳表示する前の画像と重畳表示した画像とを表示部3

6に並べて表示させ、又はユーザ操作により切り替え表示できるように構成してもよい。

[0155] ユーザが、表示部36に表示された画像から目視により特異点を確認し、操作部39により特異点情報（特異点の種別情報、特異点の発生位置情報等）を入力する際に、特に微小特異点に対する特異点情報を入力する際に、上記の微小特異点の強調表示は有効である。

[0156] <特異点のその他の表示例>

特異点情報取得部52は、前述したようにAIにより構成することができるが、AIとして、畳み込みニューラルネットワーク（CNN: Convolutional Neural Network）等の特異点検出モデルで構成することができる。

[0157] 特異点検出モデルは、製品Pの画像を入力すると、画像の特徴量を抽出し、画像の各画素が、どの特異点の種類に属するかのクラス分類を行うことで、特異点領域の抽出、及び特異点種別を推定するが、特異点検出モデルによって推定されるスコア（＝欠陥確率）を、以下のように活用し、ディスプレイにおける表示処理を行うことができる。

[0158] （1）画素ごとに、推定された欠陥確率が高いほど色を濃くしたり、欠陥確率に応じて色相を変化させることで、グラデーションやヒートマップとして、ディスプレイ上に欠陥やその候補の分布を表示する。

[0159] （2）閾値を定め、欠陥確率が一定以上である領域を特定した上で、二値化してディスプレイにその領域を表示する。

[0160] （3）画素ごとの詳細な形状をユーザが知る必要がない場面では、1画素単位よりも広い範囲（例えば、24×24ピクセルの矩形）で、閾値以上の画素を含む領域を特定し、強調枠（＝バウンディングボックス）で囲み表示する。

[0161] （4）（3）の領域を、矢印その他のマークをディスプレイ上に表示させて示したり、強調枠を点滅させながら表示して、その領域を強調表示する。

[0162] （5）閾値以上であると判定された領域の一覧情報（重心座標と、必要に応じて、検出したサイズや形状という付随情報）を、表形式やCSV（Comma

Separated Value) 形式で出力する。

- [0163] 特異点に対応する画素だけを強調しても、画像全体に対して微小なため見落としが生じやすい微小特異点であっても、上記のように強調表示や一覧表示することで、見落としの可能性が減少し、検査の効率化を図ることができる。
- [0164] (6) 強調表示や一覧表示を行った領域それぞれに対して、確認済みのものにはフラグを立てたり、色を変更することができる。また、再確認が必要ななどの付加情報を付けることもできる。
- [0165] 網羅的に確認作業を行う場合に、見落としが防止され、検査が効率化される。
- [0166] (7) 閾値を2以上設けて、低い閾値を適用する場合の「欠陥の最大範囲」と、高い閾値を適用する場合の「欠陥の最小範囲」を、2重のバウンディングボックスや、2段階の色で塗分けて表示することができる。
- [0167] これにより、より表現能力が高い、検出領域の表示が可能になる。
- [0168] 例えば、領域全体の欠陥確率が低い特異点領域と、中心部分の欠陥確率が高く、その周辺部分の欠陥確率が低い特異点領域が存在する場合、これらの2つの特異点領域は、ある1つの閾値だけで二値化すると、全く同じ大きさの特異点領域として表示されることがある。
- [0169] 一方、閾値を2以上設けることで、前者の特異点領域は、欠陥であるかどうか疑わしい態様（色や輝度）で表示することができ、後者の特異点領域は、中心部分は欠陥であることが確実である態様で、周辺部分は欠陥であるかどうか疑わしい態様で表示することができる。
- [0170] このように、閾値を2以上設けることで、2つの特異点領域の表示形態を異ならせることができ、ユーザは、両者を区別して、欠陥であることは確実な後者を重点的に確認することができる。全数を同等に扱う場合よりも、確認すべき優先度が付くため、作業が効率化される。
- [0171] また、特異点検出モデルが、はじめから「正常」「異常」「欠陥であるかどうかあいまい」という中間のクラスを出力して、中間は人が判断するこ

とで、出力結果に柔軟性をもたせ、人が優先的に確認すべき箇所を明確化してもよい。

[0172] (8) 閾値を超えた領域が、部品や画像全体の中で、孤立して存在するのか、または一定範囲内に集中して複数存在するのかを、区別して表示する。

[0173] (9) (8) で複数の欠陥が一定範囲に集中して存在すると認められるとき、その領域が具体的に、どこまでの広がりを持つのか、を特定して表示する。

[0174] (10) (9) の領域内に存在する複数の特異点の個数や面積、または密度を算出して、数値を表示する。

[0175] (11) (10) で算出された数値と対応した明るさや色相、彩度で領域を塗分けて、ディスプレイ上で領域を区別して表示する。

[0176] 例えば、Porosity (=小さな気泡の) 欠陥候補は、その一つひとつを把握する必要性は比較的低く、まとまった気泡の発生が、どこにどの程度存在するのか、という情報を把握する必要性が比較的高いため、上記の表示により、検査が効率化される。

[0177] (12) 欠陥確率の閾値処理後の画素分布において、閾値を超えた領域の面積やサイズを計測する。

[0178] (13) (12) に加えて、閾値を超えた領域が「円形」に広がっているのか、「つぶれた形状」であるのか、という円形度など、特定の形状との類似度を算出する。

[0179] (14) (12) 及び/又は (13) に基づき、注目領域ごとの異常度や、重症度を推定する。

[0180] 例えば、発生するガス欠陥が「円」に近い形で映り込むという事前情報がある場合に、つぶれた形状は、想定していない欠陥である可能性があるため、異常度が高いとみなし、警告する。

[0181] また、例えば「つぶれた形状」の欠陥や、「サイズの大きな」欠陥の方が、そうでない欠陥と比べて損傷が進行していて、早期に発見する必要性・緊急性が高い (=重症である) とみなし、確認を促す。

- [0182] (15) 算出した重症度、または検出された欠陥領域のサイズを、特定の領域（例えば、溶接ライン）に沿って平均や和を取ることで、部品単位や溶接箇所ごと、の欠陥可能性を逐次算出する。
- [0183] 重症度や人が再度確認する必要性が高いところを優先的に確認することで、異常に早期に対応しやすくなる。
- [0184] [製造ラインの異常予兆検知方法]
- 図13は、本発明に係る製造ラインの異常予兆検知方法の実施形態を示すフローチャートである。尚、図13に示す各ステップの処理は、図3に示した製造ラインの異常予兆検知装置30のプロセッサ32により行われる。
- [0185] 図13において、製造ライン10により製造された製品Pを、放射線撮影装置20により撮影する（ステップS10）。製品Pの放射線撮影装置20による撮影は、製造ライン10により製造された製品Pの搬送路に放射線撮影装置20を設置し、製品Pを1つずつ自動的に撮影してもよいし、ユーザからの撮影指示入力に基づいて製品Pを1つずつ撮影してもよい。
- [0186] プロセッサ32は、放射線撮影装置20により撮影された画像（X線画像情報）であり、製造ライン10により製造された製品Pを撮影した製品ごとの画像を取得する（ステップS12）。
- [0187] 続いて、プロセッサ32は、製品Pの撮影により取得した画像に基づいて製品Pの特異点に関連する特異点情報を取得する（ステップS12）。特異点情報は、A1により取得することができる。また、特異点情報は、製品Pの特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの1以上である。
- [0188] プロセッサ32は、ステップS12で取得した製品Pの特異点に関連する特異点情報を、製品ごとの検査履歴としてメモリ34（第1メモリ）に保存する（ステップS14）。また、プロセッサ32は、特異点情報のうち、製品の欠陥の有無の判定に影響する情報を欠陥関連情報とし、製品の欠陥の有無の判定に29しない情報を欠陥非関連情報としてメモリ34（第2メモリ）に保存する。

- [0189] 次に、1ロット分の製品群（ロット番号に属する複数の製品）の特異点情報がメモリ34に保存されたか否かが判別される（ステップS16）。1ロット分の製品群の特異点情報が取得及び保存されていない場合（「No」の場合）には、ステップS10に遷移し、ステップS10からステップS16の処理が繰り返され、1ロット分の製品群の特異点情報が取得及び保存された場合（「Yes」の場合）には、ステップS18に遷移する。
- [0190] ステップS18において、プロセッサ32は、メモリ34に保存された1ロット単位の製品群に対応する特異点情報（欠陥関連情報と欠陥非関連情報）に基づいて、製造ライン10の健全度を示すライン評価値を算出する。製造ライン10の健全度を示すライン評価値は、製品群における欠陥関連情報と欠陥非関連情報との総数をカウントし、そのカウント値をライン評価値として算出することができる。製品群における欠陥関連情報と欠陥非関連情報との総数をカウントする際に、欠陥関連情報と欠陥非関連情報とを重み付けしてカウントすることが好ましく、更に、欠陥関連情報と欠陥非関連情報との重みは、特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの1以上の特異点情報に応じて決定することが好ましい。
- [0191] プロセッサ32は、ステップS18により算出されたライン評価値に基づいて製造ライン10の異常兆候を検知する（ステップS20）。即ち、製品群の欠陥関連情報と欠陥非関連情報との数量から、製造ライン10の異常兆候を間接的に検知する。また、製造時期が異なる2以上の製品群のライン評価値を比較し、その比較結果に基づいて製造ライン10の異常兆候を検知することができる。
- [0192] プロセッサ32は、ステップS20により検知した、製造ライン10の異常兆候の検知結果を含むフィードバック情報を出力する（ステップS22）。フィードバック情報の出力先は、フィードバック情報を表示する表示部36、あるいは製造ライン10又は製造ライン10と関連する設備等である。
- [0193] ユーザは、表示部36に表示されるフィードバック情報を確認することができ、製造ライン10の保守、点検作業の必要性等を事前に判断することが

できる。

[0194] また、製造ライン10又は製造ライン10に関連する設備にフィードバック情報を出力することで、製造ライン10における各種金型、溶融金属の温度、圧力、溶接温度等を自動制御し、製造ライン10に関連する設備（例えば、空調設備、原材料の保管設備等の温度、湿度等）を自動制御することが可能である。

[0195] 図13では、1ロット分の製品群に対する処理が示されているが、次の1ロット分の製品群に対しても同様な処理が行われ、製造ラインの異常兆候を、1ロット分の製品群が製造されるごとに検知することができる。

[0196] 尚、本例では、製造ライン10の健全度を示すライン評価値を算出する際に、ロット単位の製品群に対応する欠陥関連情報と欠陥非関連情報を使用した。これに限らず、一定期間内に製造された製品群、又は時系列に沿って製造された一定数の製品群に対応する複数の検査履歴を使用することができる。また、一定期間内に製造された製品群、又は時系列に沿って製造された一定数の製品群に対応する複数の検査履歴は、重複を許して設定することができる。

[0197] [その他]

本実施形態において、製造ラインにより製造された製品は、金属製品であるが、これに限らず、非金属製品であってもよい。

[0198] また、撮影装置は、放射線撮影装置に限らず、超音波撮影装置、又は赤外線撮影装置を使用することができる。

[0199] 更に、本実施形態において、例えば、CPU (Central Processing Unit) 等の各種の処理を実行する処理部 (processing unit) のハードウェア的な構造は、次に示すような各種のプロセッサ (processor) である。各種のプロセッサには、ソフトウェア (プログラム) を実行して各種の処理部として機能する汎用的なプロセッサであるCPU、FPGA (Field Programmable Gate Array) などの製造後に回路構成を変更可能なプロセッサであるプログラマブルロジックデバイス (Programmable Logic Device: PLD)、ASIC (

Application Specific Integrated Circuit) などの特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路などが含まれる。

[0200] 1つの処理部は、これら各種のプロセッサのうちの1つで構成されていてもよいし、同種または異種の2つ以上のプロセッサ（例えば、複数のFPGA、あるいはCPUとFPGAの組み合わせ）で構成されてもよい。また、複数の処理部を1つのプロセッサで構成してもよい。複数の処理部を1つのプロセッサで構成する例としては、第1に、クライアントやサーバなどのコンピュータに代表されるように、1つ以上のCPUとソフトウェアの組合せで1つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の処理部として機能する形態がある。第2に、システムオンチップ（System On Chip: SOC）などに代表されるように、複数の処理部を含むシステム全体の機能を1つのIC（Integrated Circuit）チップで実現するプロセッサを使用する形態がある。このように、各種の処理部は、ハードウェア的な構造として、上記各種のプロセッサを1つ以上用いて構成される。

[0201] また、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造は、より具体的には、半導体素子などの回路素子を組み合わせた電気回路（circuitry）である。

[0202] また、本発明は、コンピュータにインストールされることにより、コンピュータを本発明に係る製造ラインの異常予兆検知装置として機能させる製造ラインの異常予兆検知プログラム、及び製造ラインの異常予兆検知プログラムが記録された不揮発性の記憶媒体を含む。

[0203] 更に、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であることは言うまでもない。

符号の説明

- [0204] 1 - N 製造工程
10 製造ライン
20 放射線撮影装置

- 2 2 X線源
- 2 4 イメージングプレート
- 3 0 製造ラインの異常予兆検知装置
- 3 2 プロセッサ
- 3 4 メモリ
- 3 6 表示部
- 3 8 入出カインターフェース
- 3 9 操作部
- 4 0 画像読取装置
- 5 1 撮影処理部
- 5 2 特異点情報取得部
- 5 3 メモリ制御部
- 5 4 ライン評価値算出部
- 5 5 異常兆候検知部
- 5 6 出力部
- 5 7 製品評価値算出部
- 5 8 欠陥検知部
- 5 9 欠陥予兆値算出部
- 6 0 報知部
- A、B、C 部品
- P 製品
- S 1 0 - S 2 2 ステップ

請求の範囲

- [請求項1] プロセッサと、撮影装置と、第1メモリと、第2メモリとを備えた製造ラインの異常予兆検知装置であって、
- 前記プロセッサは、
- 製造ラインにより製造された検査対象である製品を、前記撮影装置を用いて1つずつ撮影する撮影処理と、
- 前記撮影により取得した画像に基づいて前記製品の特異点に関連する特異点情報を取得する特異点情報取得処理と、
- 前記取得した特異点情報を第1メモリに保存する特異点情報保存処理と、
- 前記第1メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥に影響する情報を欠陥関連情報として前記第2メモリに保存し、製品の欠陥に影響しない情報を欠陥非関連情報として前記第2メモリに保存する保存処理と、
- 前記欠陥関連情報に基づいて、前記製品の健全度を示す製品評価値を算出する製品評価値算出処理と、
- 前記製品評価値算出処理により算出された製品評価値に基づいて前記製品の欠陥の有無を検知する欠陥検知処理と、
- 前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するライン評価値算出処理と、
- 前記ライン評価値算出処理により算出されたライン評価値に基づいて前記製造ラインの異常兆候を検知する異常兆候検知処理と、
- 前記製造ラインの異常兆候の検知結果及び前記製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を入力する出力処理と、を行う、
- 製造ラインの異常予兆検知装置。
- [請求項2] 前記プロセッサは、
- 前記欠陥非関連情報に基づいて欠陥予兆値を算出する欠陥予兆値算

出処理と、

前記欠陥予兆値を報知する報知処理と、を行う、

請求項 1 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項3]

前記撮影装置は、放射線撮影装置、超音波撮影装置、又は赤外線撮影装置である、

請求項 1 又は 2 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項4]

前記特異点情報は、前記特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの 1 以上であり、

前記保存処理は、前記特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの 1 以上に基づいて、前記特異点情報を前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とに分類して前記第 2 メモリに保存する、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項5]

前記ライン評価値算出処理は、

前記第 2 メモリに保存された少なくとも 1 つの欠陥関連情報と前記第 2 メモリに保存された少なくとも 2 以上の欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出する、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項6]

前記ライン評価値算出処理は、

前記第 2 メモリに保存された 2 以上の欠陥関連情報と前記第 2 メモリに保存された 2 以上の欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出する、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項7]

前記ライン評価値算出処理は、

前記第 2 メモリに記憶された複数の製品に対応する前記欠陥関連情

報と前記欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出する、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項8] 前記複数の製品は、一定期間内に製造された製品群、時系列に沿って製造された一定数の製品群、若しくは製品を管理する単位である 1 ロットの製品群である、

請求項 7 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項9] 前記ライン評価値算出処理は、前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とをカウントし、前記カウントしたカウント値に基づいて前記ライン評価値を算出する、

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項10] 前記ライン評価値算出処理は、前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とをカウントする際に、前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とを重み付けしてカウントする、

請求項 9 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項11] 前記ライン評価値算出処理は、前記欠陥関連情報をカウントする際に、前記欠陥関連情報の種類に応じた重み付けを行いカウントする、

請求項 8 又は 9 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項12] 前記異常兆候検知処理は、2 以上の前記ライン評価値を比較し、前記比較した比較結果に基づいて前記製造ラインの異常兆候を検知する、

請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項13] 前記製造ラインは、複数の製造工程を含み、

前記特異点情報は、前記特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの 1 以上であり、

前記特異点情報に含まれる特定の特異点情報と前記製造ラインの前記複数の製造工程のうちの前記特定の特異点情報と関連する特定の製造工程とを対応させた第1対応表を記憶する第3メモリを更に備え、

前記ライン評価値算出処理は、前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とをカウントする際に、前記第1対応表にしたがって前記複数の製造工程ごとにカウントし、前記カウントした製造工程ごとのカウント値を、各製造工程の健全度を示す工程評価値として算出し、

前記異常兆候検知処理は、前記製造工程ごとに算出した前記工程評価値に基づいて前記製造ラインの各製造工程の異常兆候を検知する、

請求項9から11のいずれか1項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項14]

前記特異点情報は、前記特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの1以上であり、

前記特異点情報に含まれる特定の特異点情報と、前記製造ラインにおける製造環境を示す複数の環境情報のうちの前記特定の特異点情報と関連する特定の環境情報とを対応させた第2対応表を記憶する第4メモリを更に備え、

前記プロセッサは、

前記第1メモリに保存した特異点情報のうち、前記特定の特異点情報を取得する処理と、

前記特定の特異点情報を取得した場合に、前記取得した前記特定の特異点情報に関連する前記特定の環境情報を前記第2対応表にしたがって取得する処理と、を行い、

前記出力処理は、前記特定の環境情報を含むフィードバック情報を出力する、

請求項1から13のいずれか1項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項15]

前記製品群ごとの品質を示す品質情報と前記品質情報に関連する付

加情報とを対応させて記憶する第5メモリを更に備え、

前記プロセッサは、

前記製品群に対応する検査履歴群の各検査履歴に基づいて前記製品群の品質に関する前記品質情報を取得する処理と、

前記取得した前記品質情報に基づいて前記第5メモリから前記品質情報に対応する前記付加情報を取得する処理と、を行い、

前記出力処理は、前記製品群に対応して取得した前記付加情報を出力する、

請求項8に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項16]

前記特異点情報は、前記製品の特異点の発生位置情報及びサイズ情報を含み、

前記プロセッサは、

前記特異点情報取得処理により取得した前記特異点情報に基づいて閾値よりも小さい特異点サイズの微小特異点を示す微小特異点情報を取得する処理と、

前記取得した微小特異点情報に基づいて前記微小特異点を強調表示させる強調情報であって、前記微小特異点を含み、前記微小特異点の特異点サイズよりも大きい領域を視認可能に表示させる前記強調情報と前記微小特異点の個数に対応する情報とを生成する処理と、を行い、

前記出力処理は、前記画像に前記強調情報及び前記微小特異点の個数に対応する情報を重畳してディスプレイに表示させる、

請求項1から15のいずれか1項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項17]

前記強調情報は、前記微小特異点の特異点サイズよりも大きい領域を特定の色及び輝度のうちの少なくとも一方で塗り潰すマスク情報、又は前記領域を囲む枠情報であり、

前記微小特異点の個数に対応する情報は、前記個数を示す文字情報

、又は前記個数に応じた前記強調情報の色及び輝度のうちの少なくとも一方の情報である、

請求項16に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項18]

前記特異点情報取得処理は、前記画像の特徴量を抽出し、前記画像の画素ごとに前記特異点情報の欠陥確率を取得し、

前記出力処理は、前記特異点情報に対応する画素に、前記欠陥確率に応じた色を付加してディスプレイに表示させる、

請求項1から17のいずれか1項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項19]

製品を製造する製造ラインと、プロセッサと、撮影装置と、第1メモリと、第2メモリとを備えた製造装置であって、

前記プロセッサは、

前記製造ラインにより製造された製品を、前記撮影装置を用いて1つつ撮影する撮影処理と、

前記撮影により取得した画像に基づいて前記製品の特異点に関連する特異点情報を取得する特異点情報取得処理と、

前記取得した特異点情報を第1メモリに保存する特異点情報保存処理と、

前記第1メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥に影響する情報を欠陥関連情報として前記第2メモリに保存し、製品の欠陥に影響しない情報を欠陥非関連情報として前記第2メモリに保存する保存処理と、

前記欠陥関連情報に基づいて、前記製品の健全度を示す製品評価値を算出する製品評価値算出処理と、

前記製品評価値算出処理により算出された製品評価値に基づいて前記製品の欠陥の有無を検知する欠陥検知処理と、

前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するライン評価値算出処理と

、

前記算出されたライン評価値に基づいて前記製造ラインの異常兆候を検知する異常兆候検知処理と、

前記製造ラインの異常兆候の検知結果及び前記製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を出力する出力処理と、を行う、

製造装置。

[請求項20]

プロセッサと、撮影装置と、第1メモリと、第2メモリとを備えた検品装置であって、

前記プロセッサは、

製造ラインにより製造された検査対象である製品を、前記撮影装置を用いて1つずつ撮影する撮影処理と、

前記撮影により取得した画像に基づいて前記製品の特異点に関連する特異点情報を取得する特異点情報取得処理と、

前記取得した特異点情報を第1メモリに保存する特異点情報保存処理と、

前記第1メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥に影響する情報を欠陥関連情報として前記第2メモリに保存し、製品の欠陥に影響しない情報を欠陥非関連情報として前記第2メモリに保存する保存処理と、

前記欠陥関連情報に基づいて、前記製品の健全度を示す製品評価値を算出する製品評価値算出処理と、

前記製品評価値算出処理により算出された製品評価値に基づいて前記製品の欠陥の有無を検知する欠陥検知処理と、

前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するライン評価値算出処理と

、

前記ライン評価値算出処理により算出されたライン評価値に基づいて前記製造ラインの異常兆候を検知する異常兆候検知処理と、

前記製造ラインの異常兆候の検知結果及び前記製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を出力する出力処理と、を行う、
検品装置。

[請求項21]

プロセッサが、以下のステップの処理を行うことにより製造ラインの異常兆候を検知する製造ラインの異常予兆検知方法であって、

前記製造ラインにより製造された検査対象である製品を、撮影装置を用いて1つずつ撮影するステップと、

前記撮影により取得した画像に基づいて前記製品の特異点に関連する特異点情報を取得するステップと、

前記取得した特異点情報を第1メモリに保存するステップと、

前記第1メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥に影響する情報を欠陥関連情報として第2メモリに保存し、製品の欠陥に影響しない情報を欠陥非関連情報として前記第2メモリに保存するステップと、

前記欠陥関連情報に基づいて、前記製品の健全度を示す製品評価値を算出するステップと、

前記製品評価値に基づいて前記製品の欠陥の有無を検知するステップと、

前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するステップと、

前記ライン評価値に基づいて前記製造ラインの異常兆候を検知するステップと、

前記製造ラインの異常兆候の検知結果及び前記製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を出力するステップと、

を含む、製造ラインの異常予兆検知方法。

[請求項22]

前記欠陥非関連情報に基づいて欠陥予兆値を算出するステップと、

前記欠陥予兆値を報知するステップと、

を更に含む請求項21に記載の製造ラインの異常予兆検知方法。

[請求項23] 前記撮影装置は、放射線撮影装置、超音波撮影装置、又は赤外線撮影装置である、

請求項 2 1 又は 2 2 に記載の製造ラインの異常予兆検知方法。

[請求項24] 請求項 2 1 から 2 3 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知方法をコンピュータに実行させる製造ラインの異常予兆検知プログラム。

[請求項25] 非一時的かつコンピュータ読取可能な記録媒体であって、請求項 2 4 に記載のプログラムが記録された記録媒体。

補正された請求の範囲
[2022年7月29日(29.07.2022) 国際事務局受理]

- [請求項 1] プロセッサと、撮影装置と、第 1 メモリと、第 2 メモリとを備えた製造ラインの異常予兆検知装置であって、
- 前記プロセッサは、
- 製造ラインにより製造された検査対象である製品を、前記撮影装置を用いて 1 つずつ撮影する撮影処理と、
- 前記撮影により取得した画像に基づいて前記製品の特異点に関連する特異点情報を取得する特異点情報取得処理と、
- 前記取得した特異点情報を第 1 メモリに保存する特異点情報保存処理と、
- 前記第 1 メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥に影響する情報を欠陥関連情報として前記第 2 メモリに保存し、製品の欠陥に影響しない情報を欠陥非関連情報として前記第 2 メモリに保存する保存処理と、
- 前記欠陥関連情報に基づいて、前記製品の健全度を示す製品評価値を算出する製品評価値算出処理と、
- 前記製品評価値算出処理により算出された製品評価値に基づいて前記製品の欠陥の有無を検知する欠陥検知処理と、
- 前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するライン評価値算出処理と、
- 前記ライン評価値算出処理により算出されたライン評価値に基づいて前記製造ラインの異常兆候を検知する異常兆候検知処理と、
- 前記製造ラインの異常兆候の検知結果及び前記製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を入力する出力処理と、を行う、
- 製造ラインの異常予兆検知装置。
- [請求項 2] 前記プロセッサは、
- 前記欠陥非関連情報に基づいて欠陥予兆値を算出する欠陥予兆値算

出処理と、

前記欠陥予兆値を報知する報知処理と、を行う、

請求項 1 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 3]

前記撮影装置は、放射線撮影装置、超音波撮影装置、又は赤外線撮影装置である、

請求項 1 又は 2 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 4]

前記特異点情報は、前記特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの 1 以上であり、

前記保存処理は、前記特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの 1 以上に基づいて、前記特異点情報を前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とに分類して前記第 2 メモリに保存する、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 5]

前記ライン評価値算出処理は、

前記第 2 メモリに保存された少なくとも 1 つの欠陥関連情報と前記第 2 メモリに保存された少なくとも 2 以上の欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出する、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 6]

前記ライン評価値算出処理は、

前記第 2 メモリに保存された 2 以上の欠陥関連情報と前記第 2 メモリに保存された 2 以上の欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出する、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 7]

前記ライン評価値算出処理は、

前記第 2 メモリに記憶された複数の製品に対応する前記欠陥関連情

報と前記欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出する、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 8] 前記複数の製品は、一定期間内に製造された製品群、時系列に沿って製造された一定数の製品群、若しくは製品を管理する単位である 1 ロットの製品群である、

請求項 7 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 9] 前記ライン評価値算出処理は、前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とをカウントし、前記カウントしたカウント値に基づいて前記ライン評価値を算出する、

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 10] 前記ライン評価値算出処理は、前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とをカウントする際に、前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とを重み付けしてカウントする、

請求項 9 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 11] 前記ライン評価値算出処理は、前記欠陥関連情報をカウントする際に、前記欠陥関連情報の種類に応じた重み付けを行いカウントする、

請求項 8 又は 9 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 12] 前記異常兆候検知処理は、2 以上の前記ライン評価値を比較し、前記比較した比較結果に基づいて前記製造ラインの異常兆候を検知する、

請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 13] 前記製造ラインは、複数の製造工程を含み、

前記特異点情報は、前記特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの 1 以上であり、

前記特異点情報に含まれる特定の特異点情報と前記製造ラインの前記複数の製造工程のうちの前記特定の特異点情報と関連する特定の製造工程とを対応させた第1対応表を記憶する第3メモリを更に備え、

前記ライン評価値算出処理は、前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とをカウントする際に、前記第1対応表にしたがって前記複数の製造工程ごとにカウントし、前記カウントした製造工程ごとのカウント値を、各製造工程の健全度を示す工程評価値として算出し、

前記異常兆候検知処理は、前記製造工程ごとに算出した前記工程評価値に基づいて前記製造ラインの各製造工程の異常兆候を検知する、

請求項9から11のいずれか1項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項14]

前記特異点情報は、前記特異点の種別情報、発生位置情報、サイズ情報、及び形状情報のうちの1以上であり、

前記特異点情報に含まれる特定の特異点情報と、前記製造ラインにおける製造環境を示す複数の環境情報のうちの前記特定の特異点情報と関連する特定の環境情報とを対応させた第2対応表を記憶する第4メモリを更に備え、

前記プロセッサは、

前記第1メモリに保存した特異点情報のうち、前記特定の特異点情報を取得する処理と、

前記特定の特異点情報を取得した場合に、前記取得した前記特定の特異点情報に関連する前記特定の環境情報を前記第2対応表にしたがって取得する処理と、を行い、

前記出力処理は、前記特定の環境情報を含むフィードバック情報を出力する、

請求項1から13のいずれか1項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項15]

前記製品群ごとの品質を示す品質情報と前記品質情報に関連する付

加情報とを対応させて記憶する第5メモリを更に備え、

前記プロセッサは、

前記製品群に対応する検査履歴群の各検査履歴に基づいて前記製品群の品質に関する前記品質情報を取得する処理と、

前記取得した前記品質情報に基づいて前記第5メモリから前記品質情報に対応する前記付加情報を取得する処理と、を行い、

前記出力処理は、前記製品群に対応して取得した前記付加情報を出力する、

請求項8に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項16]

前記特異点情報は、前記製品の特異点の発生位置情報及びサイズ情報を含み、

前記プロセッサは、

前記特異点情報取得処理により取得した前記特異点情報に基づいて閾値よりも小さい特異点サイズの微小特異点を示す微小特異点情報を取得する処理と、

前記取得した微小特異点情報に基づいて前記微小特異点を強調表示させる強調情報であって、前記微小特異点を含み、前記微小特異点の特異点サイズよりも大きい領域を視認可能に表示させる前記強調情報と前記微小特異点の個数に対応する情報とを生成する処理と、を行い、

前記出力処理は、前記画像に前記強調情報及び前記微小特異点の個数に対応する情報を重畳してディスプレイに表示させる、

請求項1から15のいずれか1項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項17]

前記強調情報は、前記微小特異点の特異点サイズよりも大きい領域を特定の色及び輝度のうちの少なくとも一方で塗り潰すマスク情報、又は前記領域を囲む枠情報であり、

前記微小特異点の個数に対応する情報は、前記個数を示す文字情報

、又は前記個数に応じた前記強調情報の色及び輝度のうちの少なくとも一方の情報である、

請求項 16 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 18] 前記特異点情報取得処理は、前記画像の特徴量を抽出し、前記画像の画素ごとに前記特異点情報の欠陥確率を取得し、

前記出力処理は、前記特異点情報に対応する画素に、前記欠陥確率に応じた色を付加してディスプレイに表示させる、

請求項 1 から 17 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

[請求項 19] 製品を製造する製造ラインと、プロセッサと、撮影装置と、第 1 メモリと、第 2 メモリとを備えた製造装置であって、

前記プロセッサは、

前記製造ラインにより製造された製品を、前記撮影装置を用いて 1 つずつ撮影する撮影処理と、

前記撮影により取得した画像に基づいて前記製品の特異点に関連する特異点情報を取得する特異点情報取得処理と、

前記取得した特異点情報を第 1 メモリに保存する特異点情報保存処理と、

前記第 1 メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥に影響する情報を欠陥関連情報として前記第 2 メモリに保存し、製品の欠陥に影響しない情報を欠陥非関連情報として前記第 2 メモリに保存する保存処理と、

前記欠陥関連情報に基づいて、前記製品の健全度を示す製品評価値を算出する製品評価値算出処理と、

前記製品評価値算出処理により算出された製品評価値に基づいて前記製品の欠陥の有無を検知する欠陥検知処理と、

前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するライン評価値算出処理と

、
前記算出されたライン評価値に基づいて前記製造ラインの異常兆候を検知する異常兆候検知処理と、

前記製造ラインの異常兆候の検知結果及び前記製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を入力する出力処理と、を行う、
製造装置。

[請求項 20]

プロセッサと、撮影装置と、第 1 メモリと、第 2 メモリとを備えた
検品装置であって、

前記プロセッサは、

製造ラインにより製造された検査対象である製品を、前記撮影装置を用いて 1 つずつ撮影する撮影処理と、

前記撮影により取得した画像に基づいて前記製品の特異点に関連する特異点情報を取得する特異点情報取得処理と、

前記取得した特異点情報を第 1 メモリに保存する特異点情報保存処理と、

前記第 1 メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥に影響する情報を欠陥関連情報として前記第 2 メモリに保存し、製品の欠陥に影響しない情報を欠陥非関連情報として前記第 2 メモリに保存する保存処理と、

前記欠陥関連情報に基づいて、前記製品の健全度を示す製品評価値を算出する製品評価値算出処理と、

前記製品評価値算出処理により算出された製品評価値に基づいて前記製品の欠陥の有無を検知する欠陥検知処理と、

前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するライン評価値算出処理と、

、
前記ライン評価値算出処理により算出されたライン評価値に基づいて前記製造ラインの異常兆候を検知する異常兆候検知処理と、

前記製造ラインの異常兆候の検知結果及び前記製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を出力する出力処理と、を行う、

検品装置。

[請求項 2 1]

プロセッサが、以下のステップの処理を行うことにより製造ラインの異常兆候を検知する製造ラインの異常予兆検知方法であって、

前記製造ラインにより製造された検査対象である製品を、撮影装置を用いて1つずつ撮影するステップと、

前記撮影により取得した画像に基づいて前記製品の特異点に関連する特異点情報を取得するステップと、

前記取得した特異点情報を第1メモリに保存するステップと、

前記第1メモリに保存した特異点情報のうち、製品の欠陥に影響する情報を欠陥関連情報として第2メモリに保存し、製品の欠陥に影響しない情報を欠陥非関連情報として前記第2メモリに保存するステップと、

前記欠陥関連情報に基づいて、前記製品の健全度を示す製品評価値を算出するステップと、

前記製品評価値に基づいて前記製品の欠陥の有無を検知するステップと、

前記欠陥関連情報と前記欠陥非関連情報とに基づいて、前記製造ラインの健全度を示すライン評価値を算出するステップと、

前記ライン評価値に基づいて前記製造ラインの異常兆候を検知するステップと、

前記製造ラインの異常兆候の検知結果及び前記製品の欠陥の検知結果を含むフィードバック情報を出力するステップと、

を含む、製造ラインの異常予兆検知方法。

[請求項 2 2]

前記欠陥非関連情報に基づいて欠陥予兆値を算出するステップと、

前記欠陥予兆値を報知するステップと、

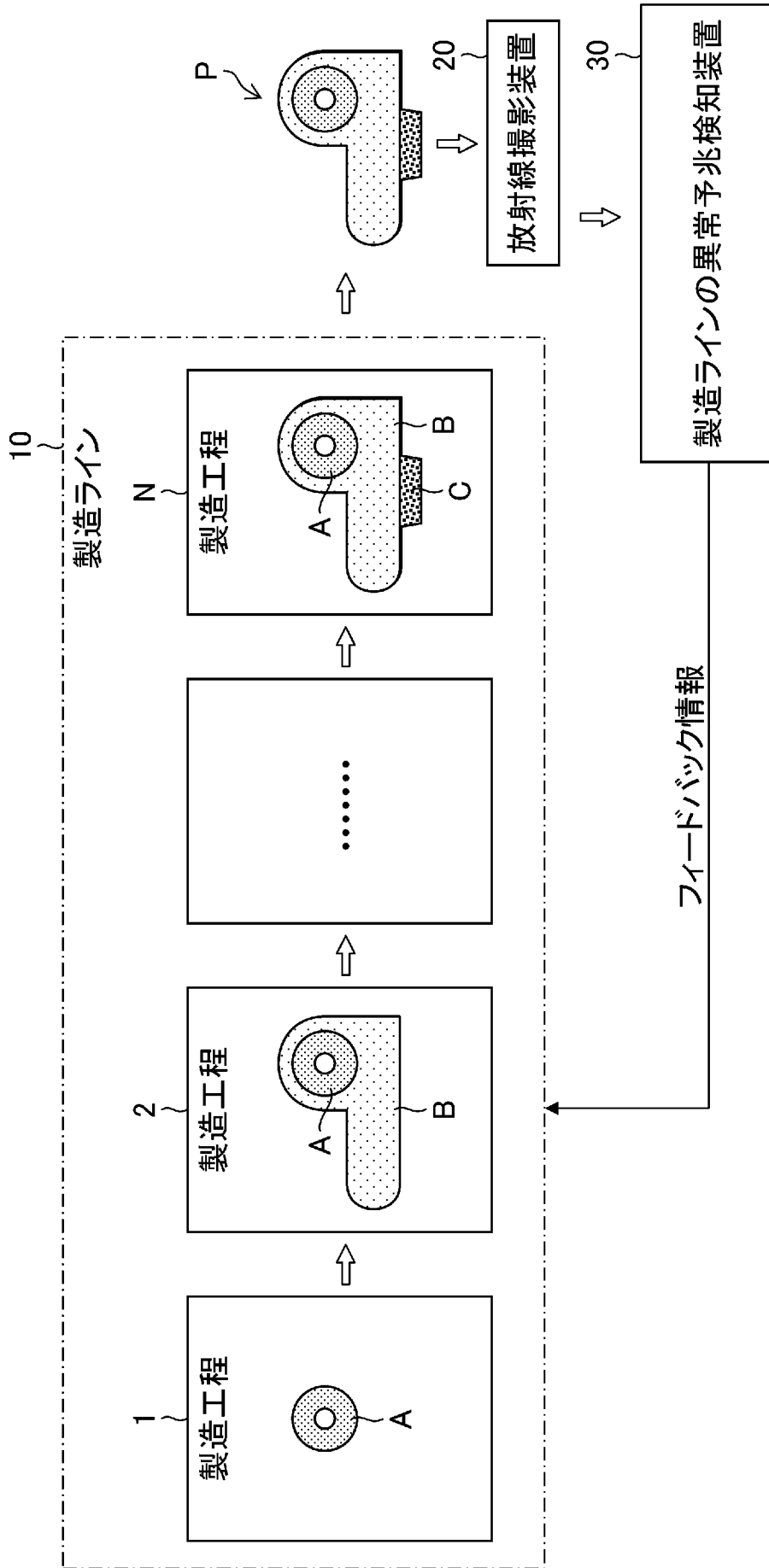
を更に含む請求項 2 1に記載の製造ラインの異常予兆検知方法。

- [請求項 2 3] 前記撮影装置は、放射線撮影装置、超音波撮影装置、又は赤外線撮影装置である、
- 請求項 2 1 又は 2 2 に記載の製造ラインの異常予兆検知方法。
- [請求項 2 4] 請求項 2 1 から 2 3 のいずれか 1 項に記載の製造ラインの異常予兆検知方法をコンピュータに実行させる製造ラインの異常予兆検知プログラム。
- [請求項 2 5] 非一時的かつコンピュータ読取可能な記録媒体であって、請求項 2 4 に記載のプログラムが記録された記録媒体。
- [請求項 2 6] (追加) 前記異常兆候検知処理は、製造時期が異なる 2 以上の前記製品群に対応する 2 以上の前記ライン評価値を比較し、比較結果に基づいて前記製造ラインの異常兆候を検知する、
- 請求項 8 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。
- [請求項 2 7] (追加) 前記異常兆候検知処理は、前記製品群ごとの前記ライン評価値が変動しない場合には、前記製造ラインの異常兆候がないと判断し、前記製品群ごとの前記ライン評価値が増加傾向にあり、前記製造ラインの異常と見なせる閾値に近づいてきた場合には、前記製造ラインに異常兆候があると判断する、
- 請求項 2 6 に記載の製造ラインの異常予兆検知装置。

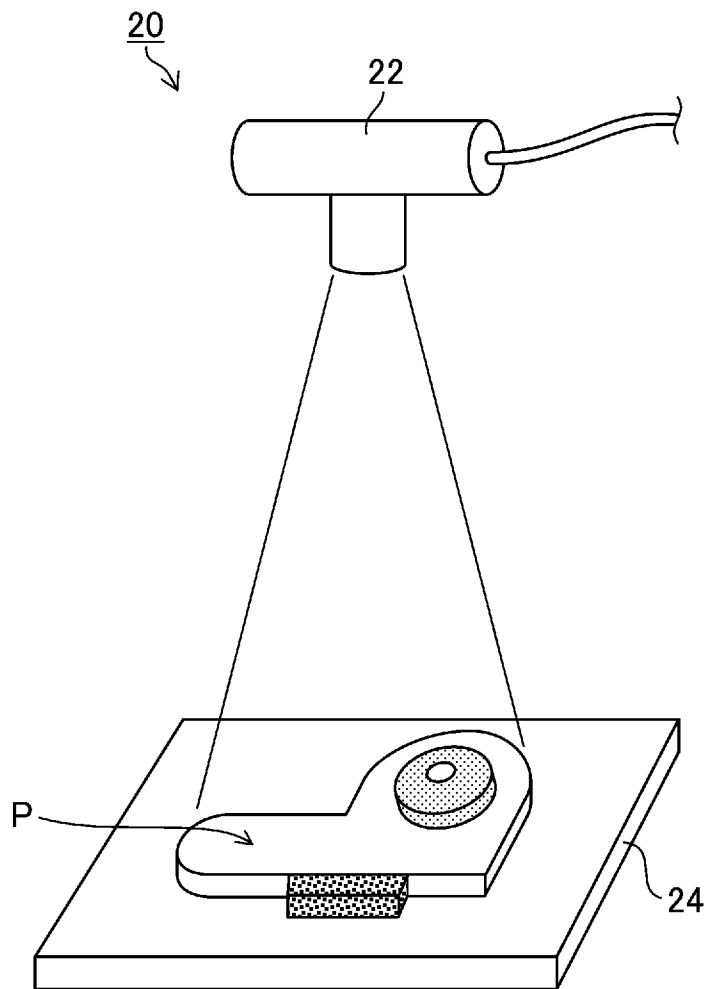
条約第 19 条 (1) に基づく説明書

請求の範囲第 26 項及び第 27 項は、出願時の明細書の段落 [0086] の記載に基づいて追加した。

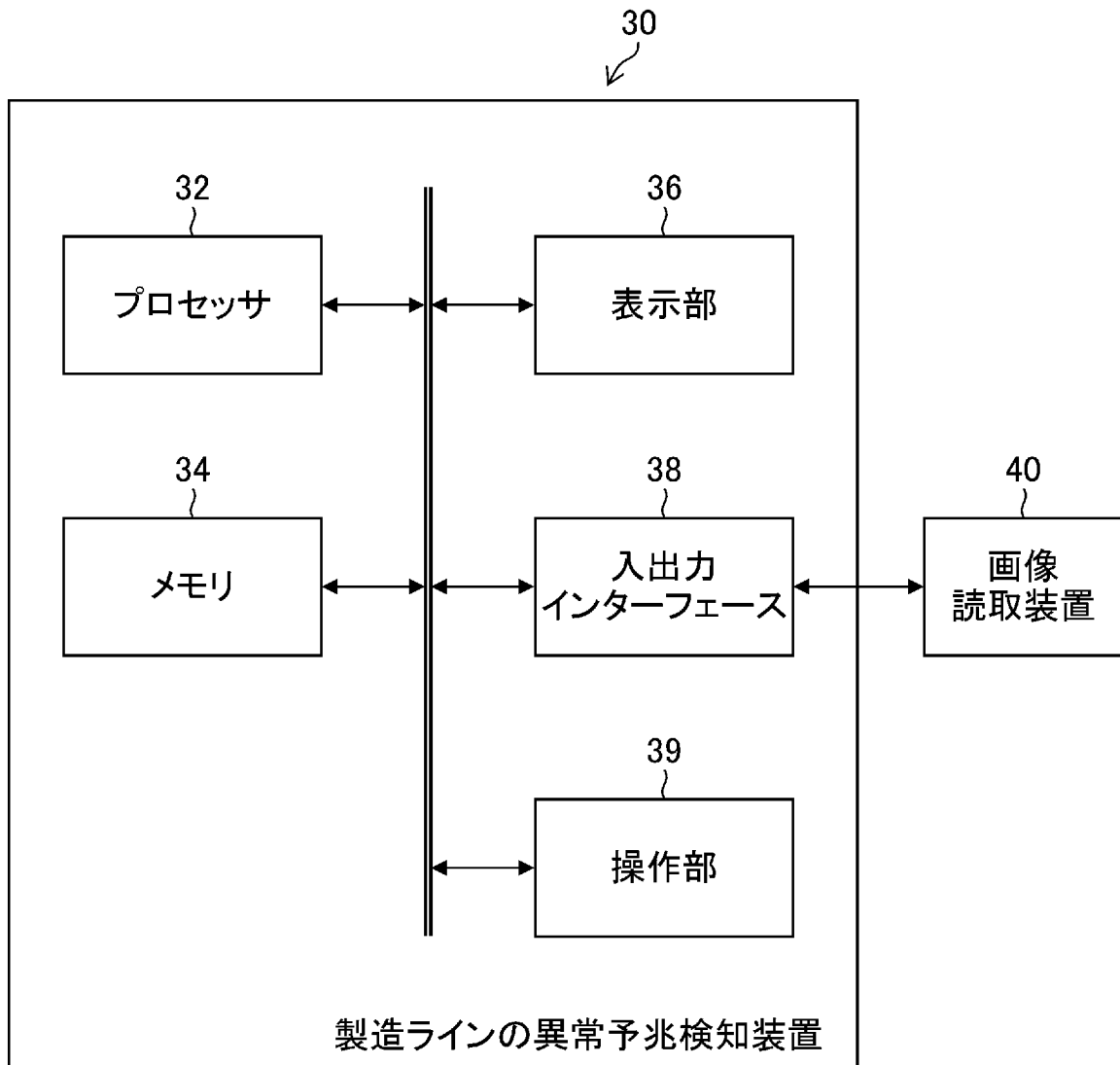
[図1]



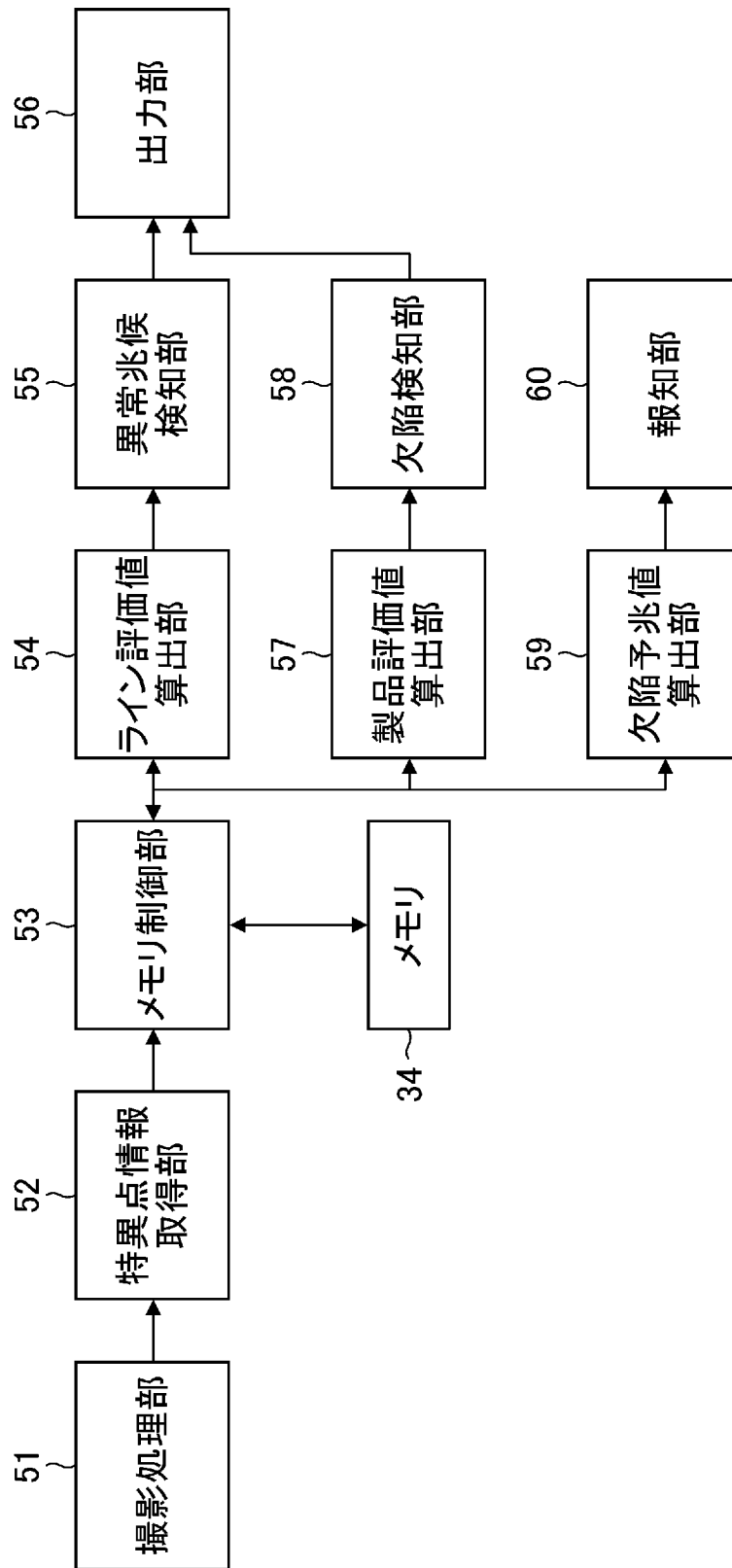
[図2]



[図3]



[図4]




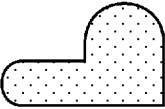

[図5]

[検査履歴]

特異点情報					
製品No.	特異点の種別情報	発生位置情報	サイズ情報	形状情報	その他
1	ピンホール	部品Aの左端部	0.1mm	球状	
2	クラック	部品Bの中央部	3.0mm	線状	

[図6]

[第1対応表(第1例)]

特異点情報 (特異点発生部品)	製造工程
A: 	製造工程1
B: 	製造工程2
⋮	⋮
C: 	製造工程N

[図7]

[第1対応表(第2例)]

特異点情報 (特異点の種類)	製造工程
ピンホール	製造工程3
溶接欠陥	製造工程4
⋮	⋮

[図8]

	ロットI	ロットII	ロットIII
製造工程1	0	1	0
製造工程2	0	1	15
	⋮	⋮	⋮
製造工程N	1	2	2

[図9]

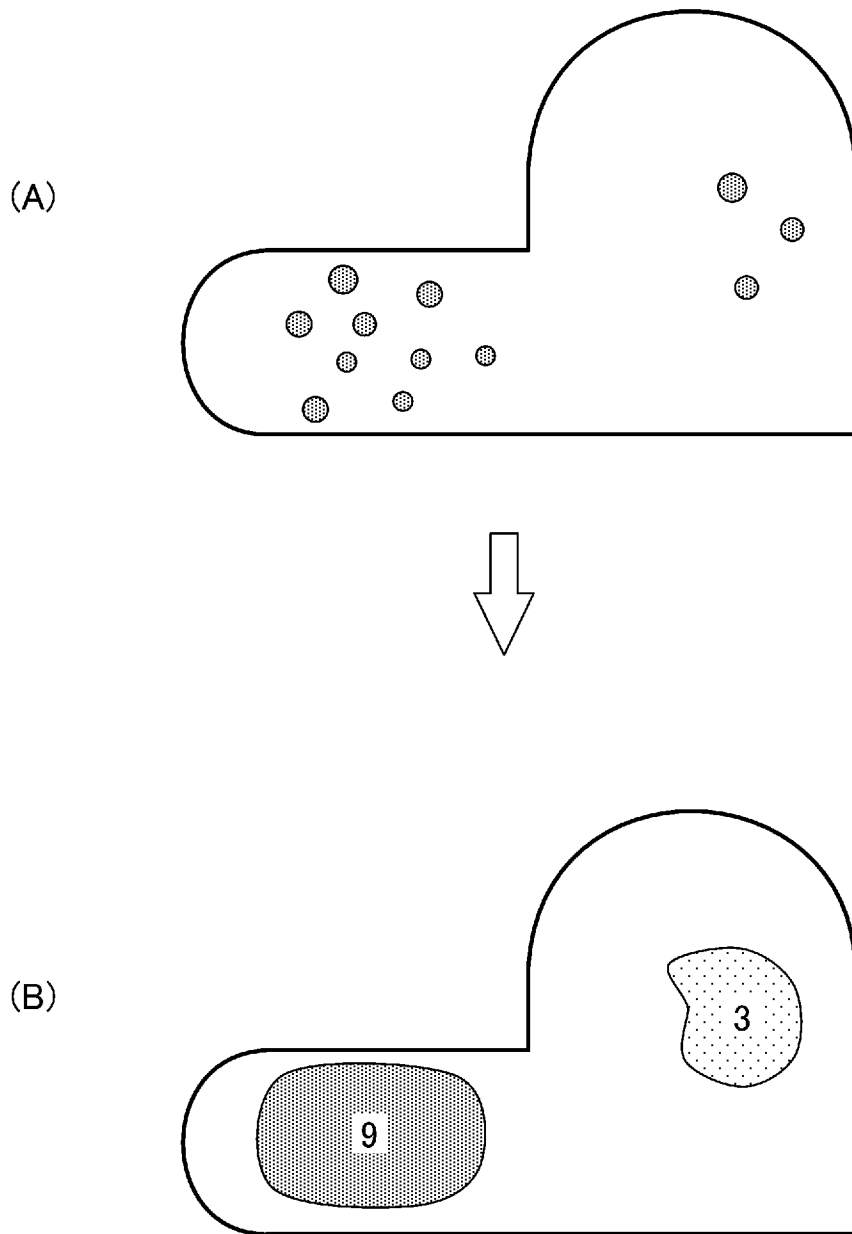
[第2対応表]

特異点情報 (特異点の種類)	製造環境
ピンホール	CO ₂ 過多
クラック欠陥	湿度/溶接温度範囲不適
⋮	⋮

[図10]

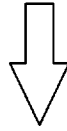
製品群の品質	付加情報	
	接合方法	利用用途
最優良品	ネジ接合	当初の装置
優良品	圧入、焼き嵌め	当初の装置
良品	圧入、焼き嵌め	用途Xに使用可能
⋮	⋮	⋮

[図11]

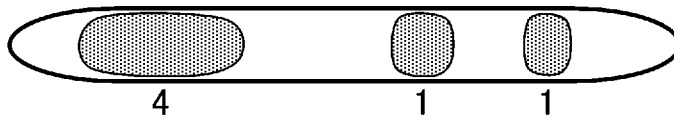


[図12]

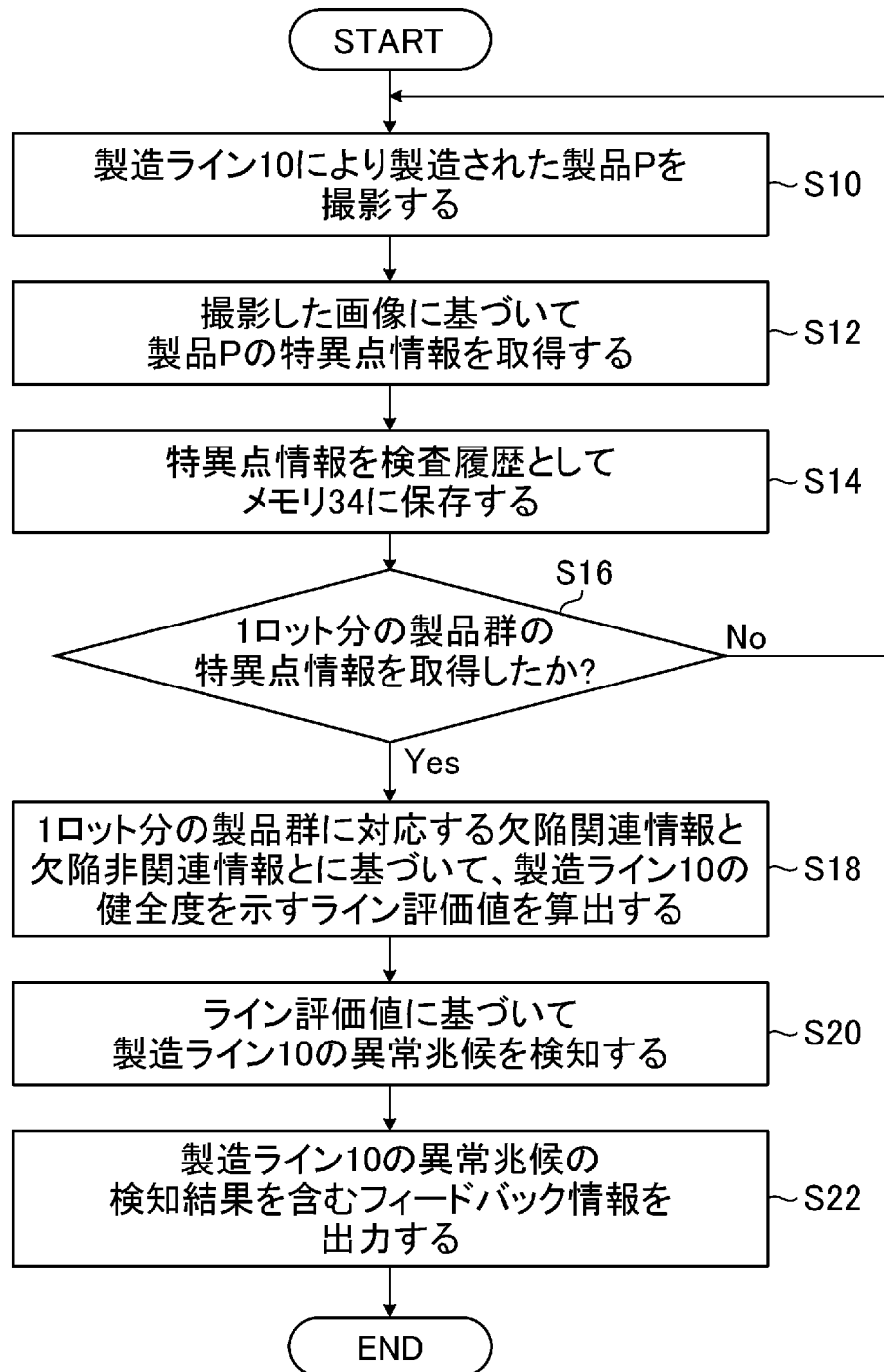
(A)



(B)



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/012546

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G05B 23/02</i> (2006.01)i; <i>G05B 19/418</i> (2006.01)i; <i>G06T 7/00</i> (2017.01)i FI: G05B23/02 302Z; G06T7/00 610Z; G05B19/418 Z		
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) G05B23/02; G06T7/00; G05B19/418		
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 2020-027425 A (TOKYO ELECTRON DEVICE LTD.) 20 February 2020 (2020-02-20) in particular, paragraphs [0032], [0037], [0053], fig. 1	1-25
Y	JP 2008-294361 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 04 December 2008 (2008-12-04) in particular, paragraphs [0001], [0025], [0026], [0034], [0035], fig. 3, 4, 8, 14, 15	1-25
Y	JP 2012-242982 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 10 December 2012 (2012-12-10) in particular, paragraphs [0028]-[0032], fig. 6	12, 14
A	JP 2020-061109 A (YAMAMOTO, Takayoshi) 16 April 2020 (2020-04-16) entire text, all drawings	1-25
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 27 May 2022		Date of mailing of the international search report 07 June 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/JP2022/012546

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-027425	A 20 February 2020	(Family: none)	
JP 2008-294361	A 04 December 2008	US 2008/0298670 A1 in particular, paragraphs [0001], [0063]-[0066], [0076]- [0078], fig. 3, 4, 8, 14, 15	
JP 2012-242982	A 10 December 2012	(Family: none)	
JP 2020-061109	A 16 April 2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 23/02(2006.01)i; G05B 19/418(2006.01)i; G06T 7/00(2017.01)i FI: G05B23/02 302Z; G06T7/00 610Z; G05B19/418 Z		
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）） G05B23/02; G06T7/00; G05B19/418 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 2020-027425 A（東京エレクトロンデバイス株式会社）20.02.2020（2020 - 02 - 20） 特に、段落0032、0037、0053、図1	1-25
Y	JP 2008-294361 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）04.12.2008（2008 - 12 - 04） 特に、段落0001、0025-0026、0034-0035、図3、図4、 図8、図14、図15	1-25
Y	JP 2012-242982 A（三菱電機株式会社）10.12.2012（2012 - 12 - 10） 特に、段落0028-0032、図6	12, 14
A	JP 2020-061109 A（山本 隆義）16.04.2020（2020 - 04 - 16） 全文、全図	1-25
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 27.05.2022	国際調査報告の発送日 07.06.2022	
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） 藤崎 詔夫 3U 5075 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/012546

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 2020-027425 A	20.02.2020	(ファミリーなし)	
JP 2008-294361 A	04.12.2008	US 2008/0298670 A1 特に、段落0001、0063-0066、0076-0078、図3、図4、 図8、図14、図15	
JP 2012-242982 A	10.12.2012	(ファミリーなし)	
JP 2020-061109 A	16.04.2020	(ファミリーなし)	