

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年11月21日(21.11.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/220481 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/66 (2006.01) G06Q 50/04 (2012.01)
G06Q 10/04 (2012.01) H01L 21/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/018482

(22) 国際出願日: 2018年5月14日(14.05.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED)
[JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 丸山 和 範 (MARUYAMA, Kazunori);
〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 山 ▲ 崎 ▼ 貴 司 (YAMAZAKI, Takashi);
〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 添田武志(SOEDA, Takeshi); 〒2118588 神

奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 片 山 修 平 (KATAYAMA, Shuhei);
〒1040031 東京都中央区京橋 1 - 6 - 1 三井住友海上テプコビル 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, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: JUDGMENT RULE ACQUISITION DEVICE, JUDGMENT RULE ACQUISITION METHOD, AND JUDGMENT RULE ACQUISITION PROGRAM

(54) 発明の名称: 判定ルール取得装置、判定ルール取得方法および判定ルール取得プログラム

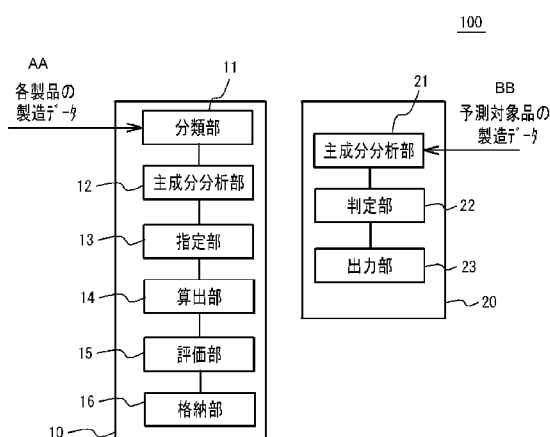


図3

- 11 Classification unit
12, 21 Principal component analysis unit
13 Specification unit
14 Calculation unit
15 Evaluation unit
16 Storage unit
22 Judgment unit
23 Output unit
AA Manufacturing data of each product
BB Manufacturing data of forecast target articles

(57) Abstract: A judgment rule acquisition device characterized by comprising: a principal component analysis unit that, using eigenvectors obtained by performing principal component analysis on each manufacturing data of already manufactured products, calculates a principal component score of each manufacturing data for each verification data by performing principal component analysis on each manufacturing data of verification data to which an OK or NG label is attached; a calculation unit that calculates the judgment accuracy when judging OK/NG of each verification data, using the number of dimensions of the principal component score calculated by the principal component analysis unit, the combination of the principal component scores for the number of dimensions amount, and the judgment threshold of the distance in the principal component space of the combination; and a search unit that searches as judgment rules the number of dimensions, the combination, and the judgment threshold for the judgment accuracy to satisfy prescribed conditions.

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

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：製造済み製品の各製造データに対して主成分分析を行うことで得られた固有ベクトルを用い、OKまたはNGのラベルが付された検証用データの各製造データに対して主成分分析を行うことで検証用データごとに各製造データの主成分得点を算出する主成分分析部と、前記主成分分析部によって算出された前記主成分得点の次元数、前記次元数分の前記主成分得点の組み合わせ、および前記組み合わせの主成分空間での距離の判定閾値を用いて、各検証用データのOK／NGを判定する場合の判定精度を算出する算出部と、前記判定精度が所定条件を満たすための前記次元数、前記組み合わせ、および前記判定閾値を判定ルールとして探索する探索部と、を備えることを特徴とする判定ルール取得装置。

明 細 書

発明の名称：

判定ルール取得装置、判定ルール取得方法および判定ルール取得プログラム

技術分野

[0001] 本件は、判定ルール取得装置、判定ルール取得方法、および判定ルール取得プログラムに関する。

背景技術

[0002] 出荷前の製品に性能試験を実施して、OK品かNG品かを判定することで、製品の品質が管理されている。しかしながら、性能試験は、試験工数や試験設備費などのコストを要する。そこで、製造途中の製造データから異常を判定する技術が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-165216号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、製造データの中には、完成した製品の性能試験データとは相関が無いものも含まれる。したがって、OK／NG判定の精度が低下するおそれがある。また、製造データの項目数が多い場合には、項目の選択によっては局所的な探索となってしまうおそれもある。したがって、高精度な予測が困難となる。

[0005] 1つの側面では、本件は、製造データからOK／NG判定を高精度に予測することができる判定ルールを取得可能な判定ルール取得装置、判定ルール取得方法および判定ルール取得プログラム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

[0006] 1つの態様では、判定ルール取得装置は、製造済み製品の各製造データに対して主成分分析を行うことで得られた固有ベクトルを用い、OKまたはNGのラベルが付された検証用データの各製造データに対して主成分分析を行うことで検証用データごとに各製造データの主成分得点を算出する主成分分析部と、前記主成分分析部によって算出された前記主成分得点の次元数、前記次元数分の前記主成分得点の組み合わせ、および前記組み合わせの主成分空間での距離の判定閾値を用いて、各検証用データのOK／NGを判定する場合の判定精度を算出する算出部と、前記判定精度が所定条件を満たすための前記次元数、前記組み合わせ、および前記判定閾値を判定ルールとして探索する探索部と、を備える。

発明の効果

[0007] 製造データからOK／NG判定を高精度に予測することができる判定ルールを取得可能な判定ルール取得装置、判定ルール取得方法および判定ルール取得プログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1] (a) および (b) は第1の予測手法を例示する図である。
[図2] (a) および (b) は第2の予測手法を例示する図である。
[図3] 実施形態に係る品質管理装置の全体構成を例示するブロック図である。
[図4] 品質管理装置のハードウェア構成を説明するためのブロック図である。
[図5] 品質管理装置による品質管理の全体処理を表すフローチャートを例示する図である。
[図6] 図5のステップS1の詳細を表すフローチャートを例示する図である。
[図7] (a) はOK／NG判定ルールの学習について例示する図であり、(b) はOK／NG判定ルールを用いた予測について例示する図である。
[図8] 図5のステップS2の詳細を表すフローチャートを例示する図である。
[図9] (a) は規格化した製造データを例示する図であり、(b) は予測精度を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 高度な電子機器などの製品は、仕様により定めた品質をクリアしていることが求められる。設計時には、製品の性能のシミュレーションや、それをもとに設定した特性仕様を満たす部品の選定などが行われている。しかしながら、複数の部品での特性ばらつきの組合せや、製造プロセス(例えば部品実装など)でのばらつきなどが、各製品の性能に影響することがある。

[0010] そこで、製造済みであって出荷前の製品に性能試験を実施して、仕様の範囲内(OK)か否か(NG)のOK/NG判定を行うことで、製品の品質を管理することが考えられる。しかしながら、性能試験は、試験工数や試験設備費などのコストを要する。したがって、試験の効率化が求められている。そこで、製造途中の仕掛品や半製品からOK/NG判定を高精度に予測できれば、予測の段階でNGと判定された個体について製造後に性能試験を実施すればよく、試験の効率化を実現することができる。

[0011] 第1の予測手法では、製造済み製品のデータ(製造データと性能試験データ)を用いて性能の予測モデルを構築し、予測対象品のOK/NGを予測する。製造データには、複数の説明変数 $a_1 \sim a_i$ が含まれている。例えば、説明変数として、製品に含まれる部品の試験データ(出力電流、出力電圧、耐電圧、抵抗値など)、仕掛品や半製品の試験データ(出力電流、出力電圧、耐電圧、抵抗値など)、製造途中の環境(温度、湿度など)などが含まれる。

[0012] 例えば、図1(a)および下記式(1)で例示するように、製造データ $a_1 \sim a_i$ を説明変数として性能試験データ F の線形回帰モデルを構築する。次に、下記式(2)のように、予測対象品の製造データ $a_1' \sim a_i'$ を線形回帰モデルに入力して性能試験データの予測値 F' を得る。次に、図1(b)で例示するように、予測値 F' が仕様の範囲内であればOKと判定(予測)し、予測値 F' が仕様の範囲外であればNGと判定(予測)する。

$$F = k_0 + k_1 \cdot a_1 + k_2 \cdot a_2 + \dots + k_i \cdot a_i \quad (1)$$

$$F' = k_0 + k_1 \cdot a_1' + k_2 \cdot a_2' + \dots + k_i \cdot a_i' \quad (2)$$

[0013] 第2の予測手法では、製造済み製品のデータ(製造データと性能試験データ)を用いてOK品の製造データがばらつく範囲を学習し、予測対象品のO

K／NGを予測することが考えられる。具体的には、OK品の製造データの各説明変数に対して、平均値と標準偏差とを用いて規格化を行う。次に、図2（a）で例示するように、規格化した説明変数空間におけるOK品およびNG品の分布からOK範囲を学習する。例えば、原点からの距離に設ける判定閾値を学習する。この場合の距離は、単純な幾何学的距離としてもよいが、マハラノビス距離等としてもよい。次に、予測対象品の製造データを入力し、図2（b）で例示するように、規格化した説明変数空間での位置がOK範囲内か否かでOK／NGを判定(予測)する。

[0014] しかしながら、第1の予測手法および第2の予測手法では、製造データの中に性能試験データとの相関が高い項目がない場合には、OK／NG予測精度が低くなる。上記第1の予測手法では、予測精度の高い線形回帰モデルを構築できなくなる。上記第2の予測手法では、説明変数空間でOKとNGとの分離が困難となる。製造データ項目数が非常に多い場合、判定に使用する説明変数の選択が困難となる。また、説明変数の組合せ数が膨大になると、総当たりが困難となる。例えば、一般的な変数選択手法としてステップワイズ法を用いることが考えられるが、ステップワイズ法は説明変数(製造データ項目)が非常に多い場合には局所的な探索になるため適していない。

[0015] そこで、以下の実施形態では、製造データからOK／NG判定を高精度に予測することができる判定ルールを取得可能な判定ルール取得装置、判定ルール取得方法および判定ルール取得プログラムについて説明する。一例として、製造データに非常に多くの項目があり、かつ、製造データとOK／NG判定結果との間、もしくは、製造データと性能試験データとの間に相関がない場合でも、製造データからOK／NG判定を高精度に予測することができる判定ルールを取得可能な判定ルール取得装置、判定ルール取得方法および判定ルール取得プログラムについて説明する。

[0016] (実施形態)

図3は、実施形態に係る判定ルール取得装置100の全体構成を例示するブロック図である。図3で例示するように、判定ルール取得装置100は、

判定ルール学習部 10、予測部 20などを備える。判定ルール学習部 10は、分類部 11、主成分分析部 12、指定部 13、算出部 14、評価部 15および格納部 16を備える。予測部 20は、主成分分析部 21、判定部 22および出力部 23を備える。

[0017] 図4は、判定ルール取得装置 100のハードウェア構成を説明するためのブロック図である。図4で例示するように、CPU 101、RAM 102、記憶装置 103、表示装置 104等が備わっている。CPU (Central Processing Unit) 101は、中央演算処理装置である。CPU 101は、1以上のコアを含む。RAM (Random Access Memory) 102は、CPU 101が実行するプログラム、CPU 101が処理するデータなどを一時的に記憶する揮発性メモリである。記憶装置 103は、不揮発性記憶装置である。記憶装置 103として、例えば、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリなどのソリッド・ステート・ドライブ (SSD)、ハードディスクドライブに駆動されるハードディスクなどを用いることができる。記憶装置 103は、判定ルール取得プログラムを記憶している。表示装置 104は、処理結果を表示する装置であり、液晶ディスプレイなどである。CPU 101が記憶装置 103に記憶されている判定ルール取得プログラムを実行することで、判定ルール取得装置 100の各部が実現される。なお、判定ルール取得装置 100の各部は、専用の回路などのハードウェアであってもよい。

[0018] 図5は、判定ルール取得装置 100による品質管理の全体処理を表すフローチャートを例示する図である。図5で例示するように、判定ルール学習部 10は、製造済み製品の製造データを用いてOK/NG判定ルールを学習する(ステップS1)。次に、予測部 20は、予測対象品の製造データにOK/NG判定ルールを適用することで、予測対象品のOK/NGを予測する(ステップS2)。次に、予測部 20は、判定結果がOKであるか否かを判定する(ステップS3)。ステップS3で「No」と判定された場合、予測部 20は、予測対象品の性能試験実施に係る情報を出力する(ステップS4)

。それにより、ユーザは、性能試験が必要な製品を把握することができ、当該予測対象品の性能試験が実施されることになる。ステップS3で「Yes」と判定された場合、予測対象品の性能試験実施に係る情報が出力されない。それにより、当該予測対象品の性能試験は実施されない。以上の処理により、NGと予測された予測対象品の性能試験だけが実施されることになる。

[0019] 図6は、図5のステップS1の詳細を表すフローチャートを例示する図である。図6で例示するように、分類部11は、製造済み製品の製造データを、製品ごとに学習用データと検証用データとに分類する（ステップS11）。例えば、分類部11は、ユーザによって入力される指定情報に従って、各製品の製造データを学習用データと検証用データとに分類する。また、分類部11は、ユーザによって入力される指定情報に従って、学習用データおよび検証用データに、OKまたはNGを指定するラベルを付す。

[0020] 次に、主成分分析部12は、学習用データの各説明変数に対して主成分分析を行うことで、固有ベクトルを算出する（ステップS12）。固有ベクトルは、格納部16に格納される。次に、指定部13は、判定に使用する次元数 m を指定する（ステップS13）。次元数 m とは、主成分分析の結果である目的変数（主成分得点）から選択される主成分の数のことである。次に、指定部13は、全主成分の中から、ステップS13で指定された次元数分の主成分の組み合わせを指定する（ステップS14）。次に、指定部13は、指定された組み合わせの主成分得点空間での距離についての判定閾値を指定する（ステップS15）。ここでの距離とは、学習データにおいてOKを指定するラベルを付された製品群の主成分得点空間での重心からの距離のことである。次に、主成分分析部12は、検証用データごとに、ステップS12で算出した固有ベクトルを用いて主成分得点（ $c_1 \sim c_i$ ）を算出する（ステップS16）。

[0021] 次に、算出部14は、ステップS16で算出した主成分得点について、ステップS13～ステップS15で指定した次元数 m 、次元数分の主成分の組み合わせ、および判定閾値を用いてOK／NG判定を行う。算出部14は、

当該OK／NG判定の判定精度を算出する（ステップS17）。判定精度として、一例として、正解率を用いることができる。正解率とは、OKのラベルが付された検証用データがOKと判定され、NGのラベルが付された検証用データがNGと判定される率のことである。次に、評価部15は、ステップS17で算出された判定精度に対して、ペナルティを掛け合わせることで、評価指標を算出する（ステップS18）。ペナルティは、次元数 m の増大に応じて単調減少する係数のことであり、一例として、 $1/m$ である。

[0022] 次に、評価部15は、ステップS18で算出された評価指標が最良であるか否かを判定する（ステップS19）。例えば、最適化手法として、遺伝的アルゴリズム、焼きなまし法などの最適なアルゴリズムを用いることができる。または、ステップS18で算出された評価指標が閾値を超えるか否か、などの他の所定条件を用いてもよい。ステップS19で「No」と判定された場合、評価部15は、指定部13に、次元数 m 、主成分の組み合わせ、および判定閾値の変更を指示する（ステップS20）。その後、ステップS13から再度実行される。この場合、ステップS13～ステップS15では、次元数 m 、主成分の組み合わせ、および判定閾値が変更されて指定される。ステップS13～ステップS20が繰り返されることで最適なOK／NG判定ルールが探索される。ステップS19で「Yes」と判定された場合、評価部15は、ステップS13～ステップS15で指定された次元数 m 、主成分の組み合わせ、および判定閾値を、OK／NG判定ルールとして出力する（ステップS21）。出力されたOK／NG判定ルールは、格納部16に格納される。

[0023] 図7（a）は、OK／NG判定ルールの学習について例示する図である。図7（a）で例示するように、例えば、製造済みの製品1～製品 n についての製造データが検証用データとして得られているものとする。製造データには、説明変数 $a_1 \sim a_i$ が含まれている。これらの検証用データに対して、学習データに対して主成分分析を行うことで得られた固有ベクトルを用いて主成分分析が行われる。それにより、各主成分（ $c_1 \sim c_i$ ）についての主成分

得点が算出される。この結果から、所定条件を満たすOK／NG判定ルールが探索される。例えば、図7（a）の例では、「次元数 m が3」、「主成分の組み合わせが c_2 、 c_3 および c_k の3個」、ならびに「判定閾値が円の半径」、がOK／NG判定ルールとして探索される。

[0024] 図8は、図5のステップS2の詳細を表すフローチャートを例示する図である。図8で例示するように、主成分分析部21は、予測対象品の製造データに対して、格納部16に格納されている固有ベクトルを用いて主成分得点を算出する（ステップS31）。次に、判定部22は、ステップS31で算出した主成分得点について、格納部16に格納されているOK／NG判定ルールを用いてOK／NG判定を行う（ステップS32）。出力部23は、ステップS32の判定結果（予測結果）を出力する（ステップS33）。

[0025] 図7（b）は、OK／NG判定ルールを用いた予測について例示する図である。例えば、図7（b）で例示するように、予測対象品の製造データ（説明変数 $a_1 \sim a_i$ ）が得られているものとする。この予測対象品の製造データに対して、学習データに対して主成分分析を行うことで得られた固有ベクトルを用いて主成分分析が行われる。それにより、各主成分（ $c_1 \sim c_i$ ）についての主成分得点が算出される。この結果に対して、OK／NG判定ルールを適用する。具体的には、次元数 m の主成分の組み合わせから得られる距離が判定閾値未満であればOKと判定され、判定閾値以上であればNGと判定される。

[0026] 本実施形態によれば、学習用データの各製造データに対して主成分分析を行うことで得られた固有ベクトルを用い、OKまたはNGのラベルが付された検証用データの各製造データに対して主成分分析を行うことで検証用データごとに各製造データの主成分得点が算出される。算出された主成分得点の次元数 m 、次元数分の主成分得点の組み合わせ、および当該組み合わせの主成分空間での距離の判定閾値を用いて、各検証用データのOK／NGが判定され、判定精度が算出される。この判定精度が所定条件を満たすための次元数 m 、次元数分の主成分の組み合わせ、および距離の判定閾値が判定ルール

として探索される。この構成によれば、判定精度と相関の高い製造データが選択されることになる。それにより、OK／NG判定を高精度に予測することができる判定ルールを取得することができる。また、取得された判定ルールを用いることで、高精度にOK／NG判定を予測することができる。

[0027] 上記判定精度に対して、次元数 m が増加すると単調減少するペナルティを乗じることで得られる評価指標を算出し、当該評価指標が所定条件を満たすための判定ルールを探索することが好ましい。この場合、次元数 m が少なくなるように判定ルールが探索され、大きい次元数が淘汰されていく。それにより、OK／NG予測を短時間で実施できるようになる。

[0028] 上記評価指標が最大となる次元数 m 、次元数分の主成分得点の組み合わせ、および距離の判定閾値を判定ルールとして探索することが好ましい。この場合、最適な判定ルールを探索することができるようになる。

[0029] なお、判定精度の一例として正解率を用いる場合、NGのラベルが付された製品の正解率と、OKのラベルが付された製品およびNGのラベルが付された製品の全体の正解率とを算出し、NGのラベルが付された製品の正解率が100%という拘束条件のもとで評価指標が所定条件を満たすOK／NG判定ルールを探索してもよい。この場合、NG品の見逃し判定を抑制することができる。したがって、NG品が市場に流出することを抑制しつつ、試験を効率化することができる。

実施例

[0030] 次に、上記実施形態に従って、実データを基に最適なOK／NG判定ルールを決定した。図9（a）は、規格化した製造データを例示する図である。図9（a）の例では、500個のサンプル（製造済み製品）の製造データが例示されている。また、製造データの説明変数は、300個である。製品となった後の性能試験の判定結果がNGとなったNG品は、10個である。図9（a）の例では、製品となった後の性能試験データと製造データとの間の相関係数は、 $-0.2 \sim 0.2$ であって小さい値となっている。

[0031] 図9（a）の製造データに対して、上記実施形態に従ってOK／NG判定

ルールを決定した。500個のサンプルを、250個の学習用データと、250個の検証用データとに分類した。なお、NGのラベルは、学習用データおよび検証用データのそれぞれ5個のサンプルに付した。残りのサンプルにはOKのラベルを付した。なお、分類はランダムとし、ランダムシートを変えた10セットの学習用データ／検証用データを作成し、10回の予測精度（正解率）の平均を算出した。なお、比較例として、上記第1の予測手法および上記第2の予測手法でも予測精度を算出した。上述した第1の予測手法では、変数選択としてステップワイズ法を用いた。上述した第2の予測手法では、マハラノビス距離を使用し、変数選択にステップワイズ法を用いた。

[0032] 図9（b）は、予測精度を示す図である。図9（b）に示すように、第1の予測手法および第2の予測手法では、予測精度が低かったのに対して、上記実施形態に従ってOK／NG判定ルールを決定することによって、高い予測精度が得られた。このように、上記実施形態に従ってOK／NG判定ルールを決定することによって、高い予測精度を実現する結果が得られた。

[0033] 上記例において、主成分分析部12が、製造済み製品の各製造データに対して主成分分析を行うことで得られた固有ベクトルを用い、OKまたはNGのラベルが付された検証用データの各製造データに対して主成分分析を行うことで検証用データごとに各製造データの主成分得点を算出する主成分分析部の一例として機能する。算出部14が、前記主成分分析部によって算出された前記主成分得点の次元数、前記次元数分の前記主成分得点の組み合わせ、および前記組み合わせの主成分空間での距離の判定閾値を用いて、各検証用データのOK／NGを判定する場合の判定精度を算出する算出部の一例として機能する。指定部13および評価部15が、前記判定精度が所定条件を満たすための前記次元数、前記組み合わせ、および前記判定閾値を判定ルールとして探索する探索部の一例として機能する。予測部20が、前記固有ベクトルを用いて予測対象品の製造データに対して主成分分析を行うことで主成分得点を算出し、算出された前記主成分得点に前記格納部が格納した前記判定ルールを適用することで、前記予測対象品のOK／NGを予測する予測

部の一例として機能する。

[0034] 以上、本発明の実施形態および実施例について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態および実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

符号の説明

[0035] 1 0 判定ルール学習部
1 1 分類部
1 2 主成分分析部
1 3 指定部
1 4 算出部
1 5 評価部
1 6 格納部
2 0 予測部
2 1 主成分分析部
2 2 判定部
2 3 出力部
1 0 0 判定ルール取得装置

請求の範囲

- [請求項1] 製造済み製品の各製造データに対して主成分分析を行うことで得られた固有ベクトルを用い、OKまたはNGのラベルが付された検証用データの各製造データに対して主成分分析を行うことで検証用データごとに各製造データの主成分得点を算出する主成分分析部と、
- 前記主成分分析部によって算出された前記主成分得点の次元数、前記次元数分の前記主成分得点の組み合わせ、および前記組み合わせの主成分空間での距離の判定閾値を用いて、各検証用データのOK／NGを判定する場合の判定精度を算出する算出部と、
- 前記判定精度が所定条件を満たすための前記次元数、前記組み合わせ、および前記判定閾値を判定ルールとして探索する探索部と、を備えることを特徴とする判定ルール取得装置。
- [請求項2] 前記探索部は、前記判定精度に対して、前記次元数が増加すると単調減少するペナルティを乗じることで得られる評価指標を算出し、前記評価指標が所定条件を満たすための前記次元数、前記組み合わせ、および前記判定閾値を探索することを特徴とする請求項1記載の判定ルール取得装置。
- [請求項3] 前記探索部は、前記評価指標が最大となる前記次元数、前記組み合わせ、および前記判定閾値を前記判定ルールとして探索することを特徴とする請求項2記載の判定ルール取得装置。
- [請求項4] 前記探索部は、前記NGのラベルが付された前記検証用データに対するOK／NGの判定の正解率が100%という条件を拘束条件として、前記次元数、前記組み合わせ、および前記判定閾値を探索することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の判定ルール取得装置。
- [請求項5] 前記固有ベクトルを用いて予測対象品の製造データに対して主成分分析を行うことで主成分得点を算出し、算出された前記主成分得点に前記判定ルールを適用することで、前記予測対象品のOK／NGを予

測する予測部を備えることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の判定ルール取得装置。

[請求項6] 主成分分析部が、製造済み製品の各製造データに対して主成分分析を行うことで得られた固有ベクトルを用い、OK または NG のラベルが付された検証用データの各製造データに対して主成分分析を行うことで検証用データごとに各製造データの主成分得点を算出し、

算出部が、前記主成分分析部によって算出された前記主成分得点の次元数、前記次元数分の前記主成分得点の組み合わせ、および前記組み合わせの主成分空間での距離の判定閾値を用いて、各検証用データのOK / NG を判定する場合の判定精度を算出し、

探索部が、前記判定精度が所定条件を満たすための前記次元数、前記組み合わせ、および前記判定閾値を判定ルールとして探索する、ことを特徴とする判定ルール取得方法。

[請求項7] 予測部が、前記固有ベクトルを用いて予測対象品の製造データに対して主成分分析を行うことで主成分得点を算出し、算出された前記主成分得点に前記判定ルールを適用することで、前記予測対象品のOK / NG を予測する、ことを特徴とする請求項 6 記載の判定ルール取得方法。

[請求項8] 前記予測部によってNGと予測された予測対象品に対して、製造が完了した後に性能試験を行うことを特徴とする請求項 7 記載の判定ルール取得方法。

[請求項9] コンピュータに、

製造済み製品の各製造データに対して主成分分析を行うことで得られた固有ベクトルを用い、OK または NG のラベルが付された検証用データの各製造データに対して主成分分析を行うことで検証用データごとに各製造データの主成分得点を算出する処理と、

算出された前記主成分得点の次元数、前記次元数分の前記主成分得点の組み合わせ、および前記組み合わせの主成分空間での距離の判定

閾値を用いて、各検証用データのOK／NGを判定する場合の判定精度を算出する処理と、

前記判定精度が所定条件を満たすための前記次元数、前記組み合わせ、および前記判定閾値を判定ルールとして探索する処理と、を実行させることを特徴とする判定ルール取得プログラム。

[図1]

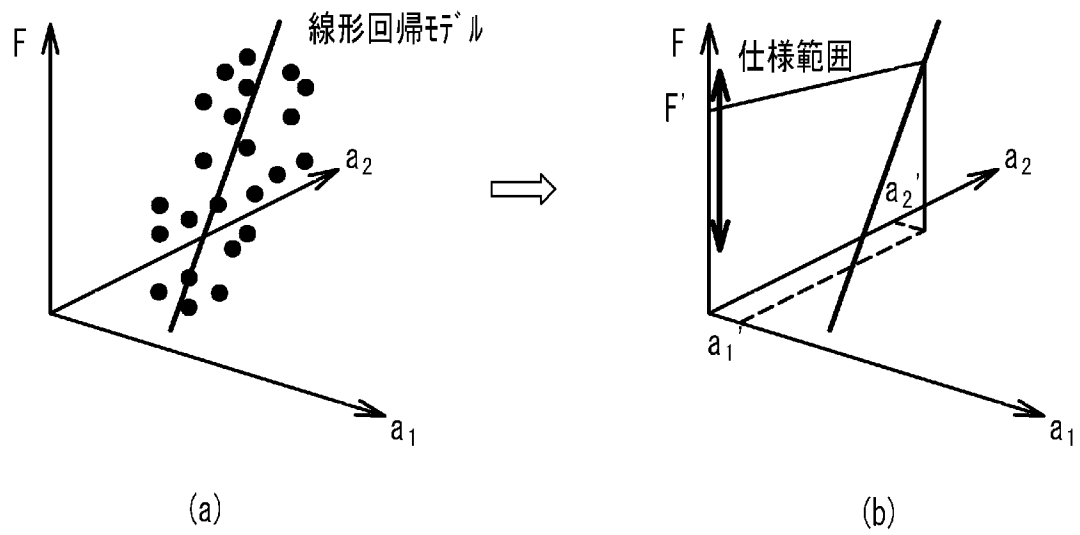


図1

[図2]

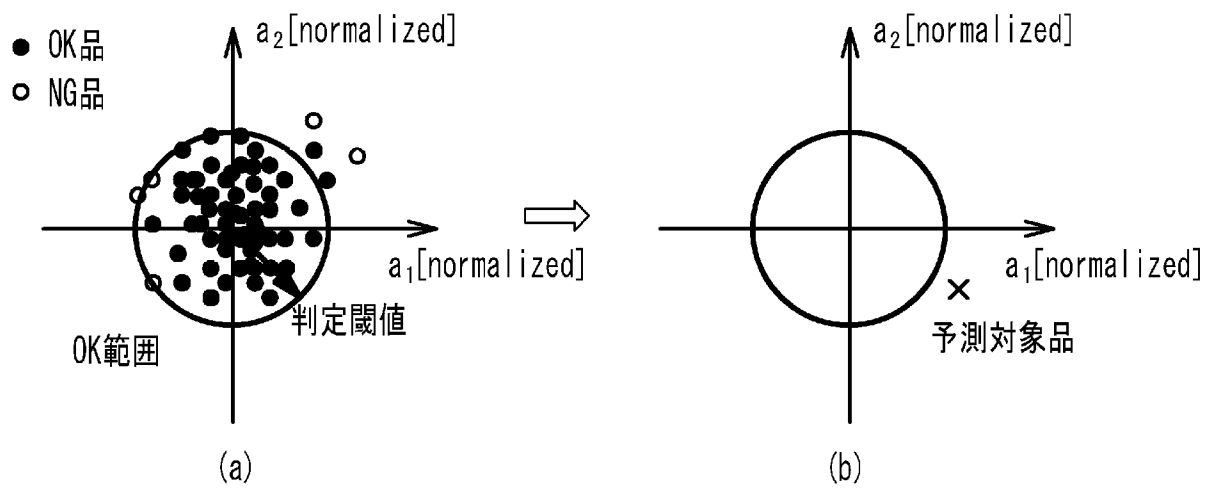


図2

[図3]

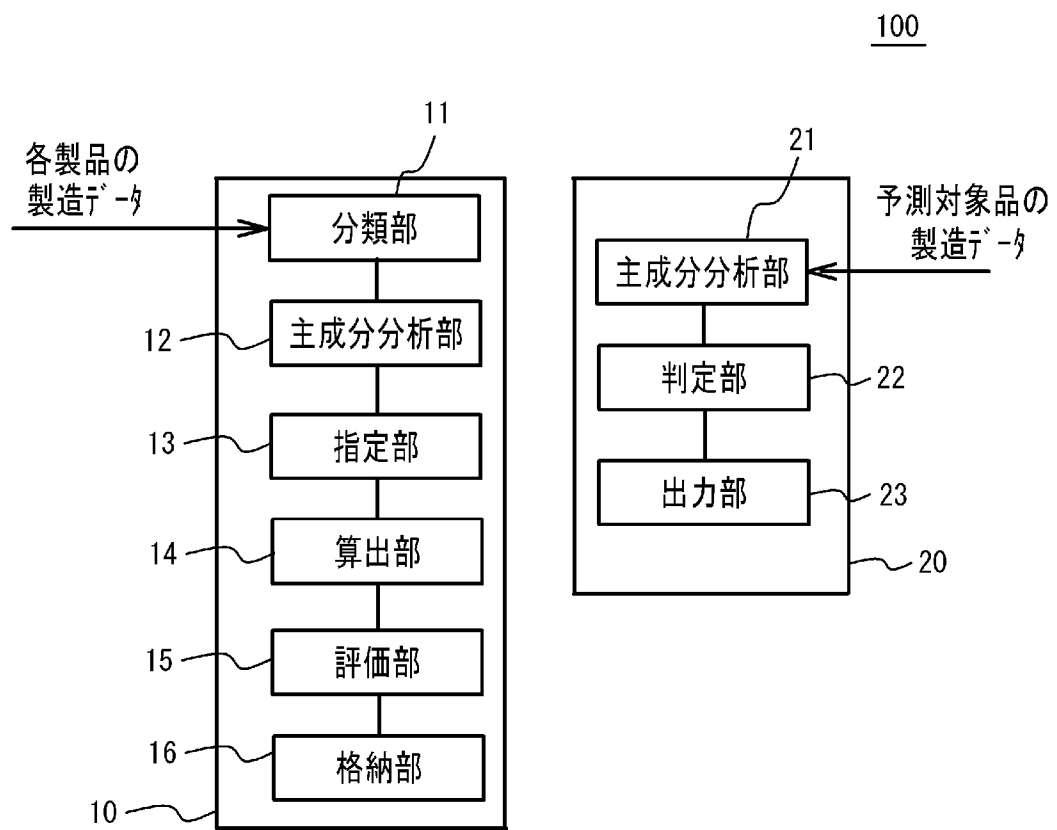


図3

[図4]

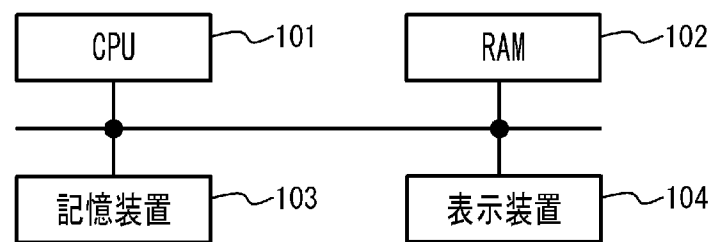


図4

[図5]

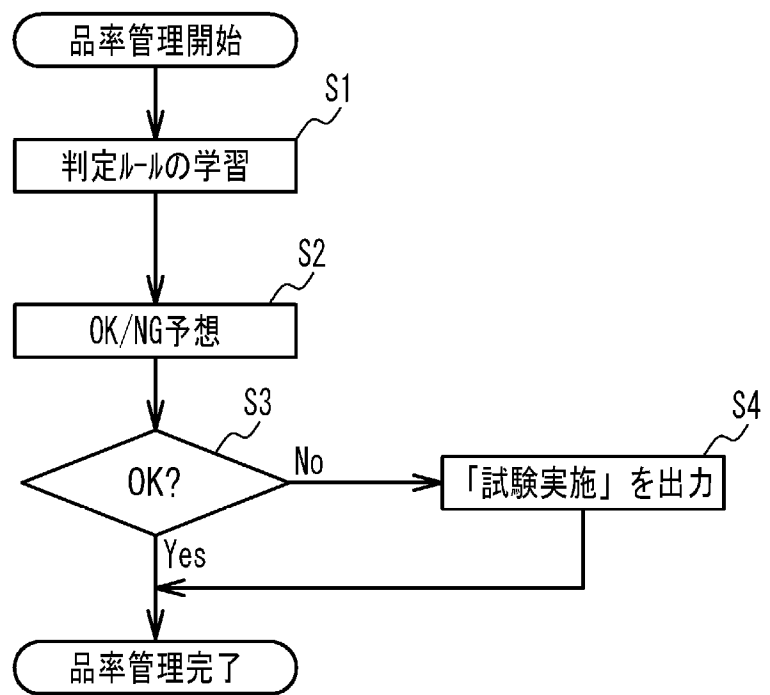


図5

[図6]

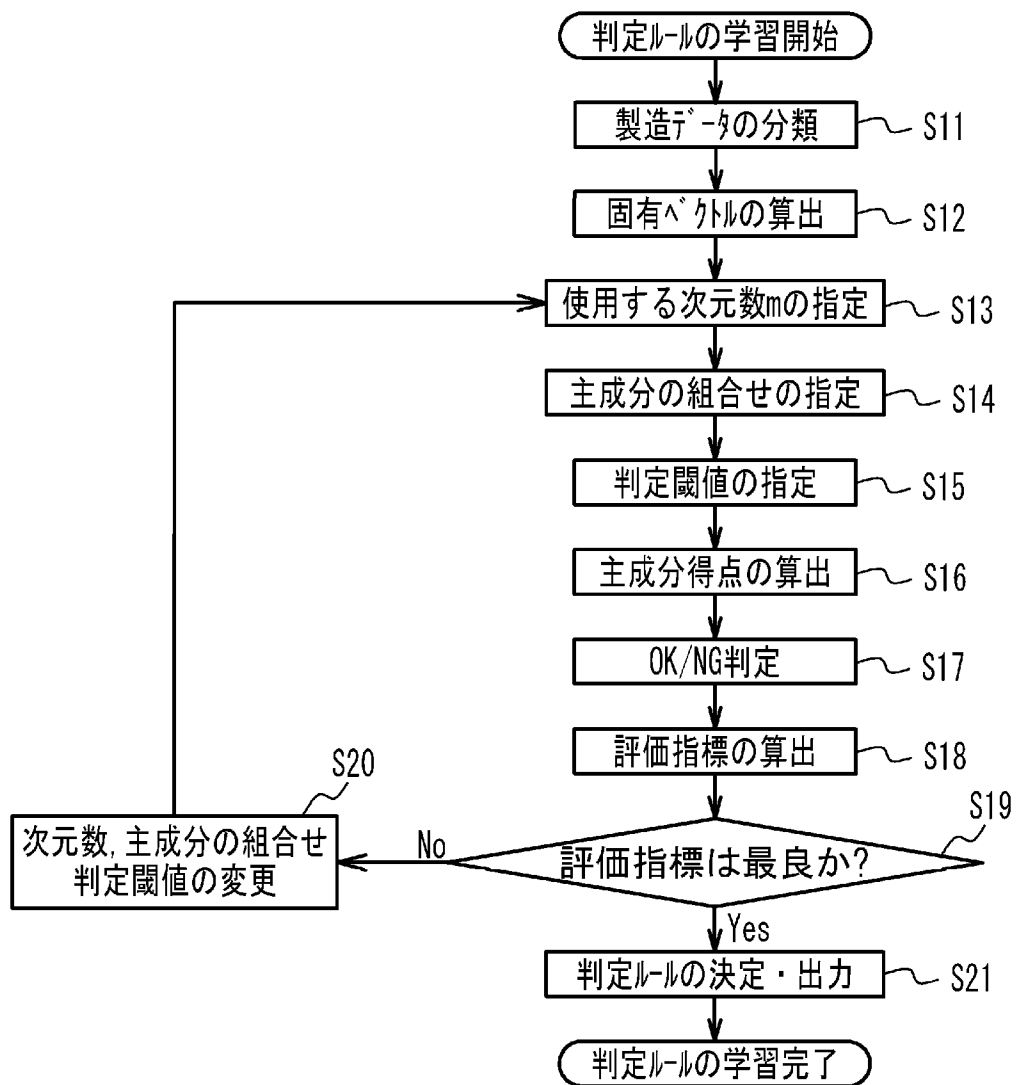
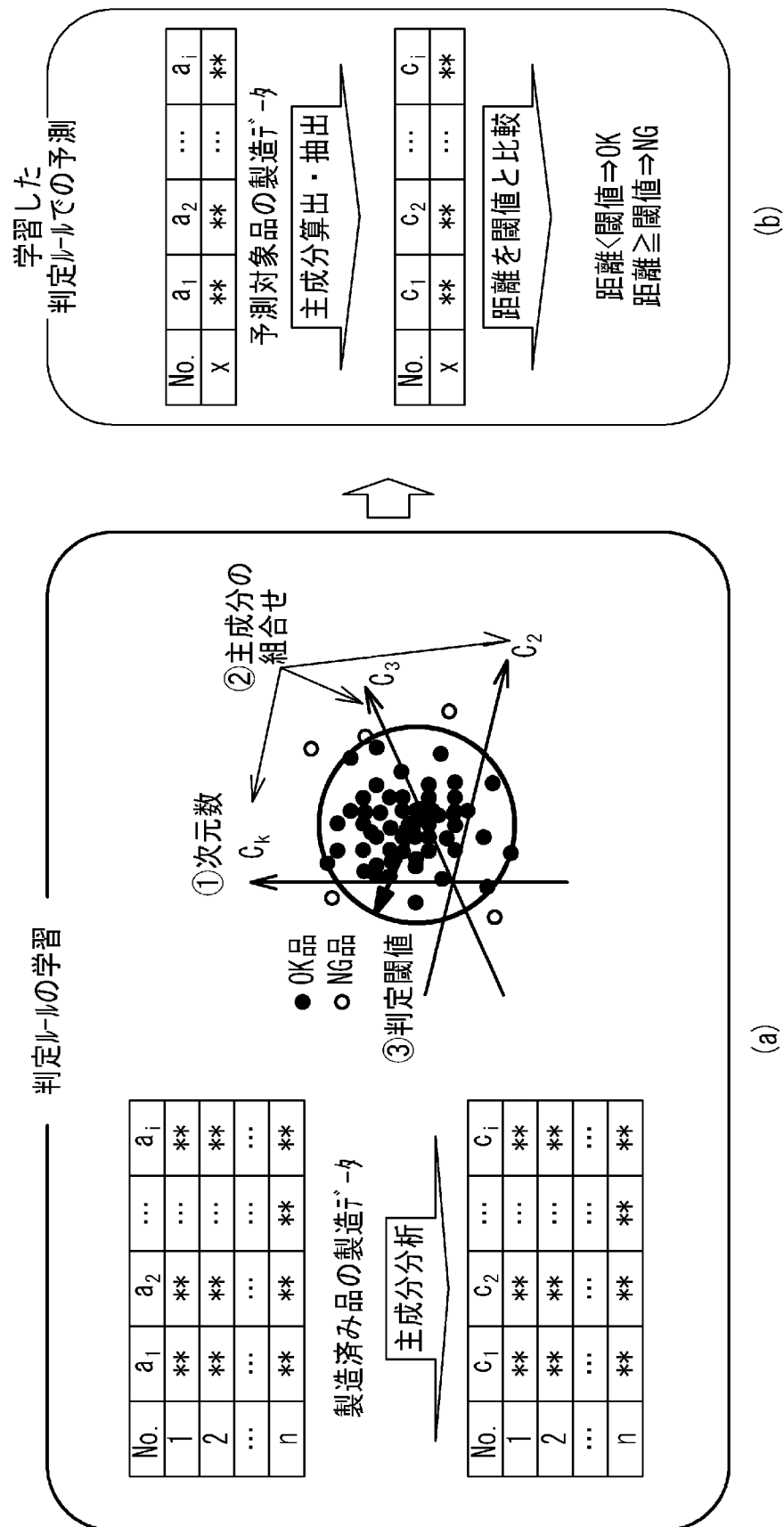


図6

[図7]



[図7]

[図8]

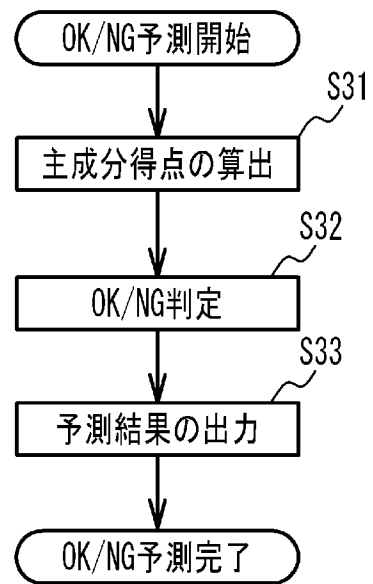


図8

[図9]

(a)

No.	性能試験データ	最終判定	製造データ1	製造データ2	...	製造データ299	製造データ300
5	-2.616	NG	-0.254	-1.599	...	1.027	0.336
86	-2.120	NG	0.137	-0.276	...	-0.106	-0.552
...	...	...	...	...	...	...	...
424	-2.775	NG	-0.266	-1.045	...	0.866	-0.108
459	-2.988	NG	0.342	-1.514	...	-1.158	-0.592
1	-0.812	OK	-0.892	0.076	...	-1.834	-0.068
2	0.680	OK	0.827	-1.323	...	-0.429	-0.149
...	...	...	...	...	...	...	...
499	1.812	OK	-0.537	-0.348	...	-0.842	-0.812
500	-1.892	OK	-0.467	-0.370	...	-0.657	-0.680

(b)

	実施例	第1の予測手法	第2の予測手法
精度(正解率)	85.2%	43.7%	67.7%

図9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/018482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/66 (2006.01) i, G06Q10/04 (2012.01) i, G06Q50/04 (2012.01) i, H01L21/02 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01L21/66, G06Q10/04, G06Q50/04, H01L21/02

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

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

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

IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KRISHNAN, S. and 1 other, A robust metric for screening outliers from analogue product manufacturing tests responses, 2012 17th IEEE European Test Symposium (ETS) [online], IEEE, 09 July 2012, pp. 1-6, [retrieved on 15 June 2018], [retrieved from IEEE Xplore]	1-9
A	柚留木大地、外 2 名, 機械学習を用いたフェールチップ判別の性能向上に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告 (DC2016-74-DC2016-83), 14 February 2017, vol. 1116, no. 466, pp. 17-22, (YURUKI, Daichi and 2 others, An approach to performance improvement of machine learning based fail chip discrimination, IEICE Technical Report)	1-9

☐ 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
15.06.2018

Date of mailing of the international search report
03.07.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/66(2006.01)i, G06Q10/04(2012.01)i, G06Q50/04(2012.01)i, H01L21/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/66, G06Q10/04, G06Q50/04, H01L21/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

IEEE Xplore

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	Shaji Krishnan、外1名、A Robust Metric for Screening Outliers from Analogue Product Manufacturing Tests Responses, 2012 17th IEEE European Test Symposium (ETS) [ONLINE], IEEE, 2012.07.09, p. 1-6, [検索日: 2018.06.15], [検索源: IEEE Xplore]	1-9
A	柚留木大地、外2名、機械学習を用いたフェールチップ判別の性能向上に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告 (DC2016-74 - DC2016-83), 2017.02.14, 第1116巻, 第466号, p. 17-22	1-9

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、国際出願日後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

15.06.2018

国際調査報告の発送日

03.07.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

鈴木 和樹

50

3252

電話番号 03-3581-1101 内線 3559