

(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9月7日(07.09.2023)



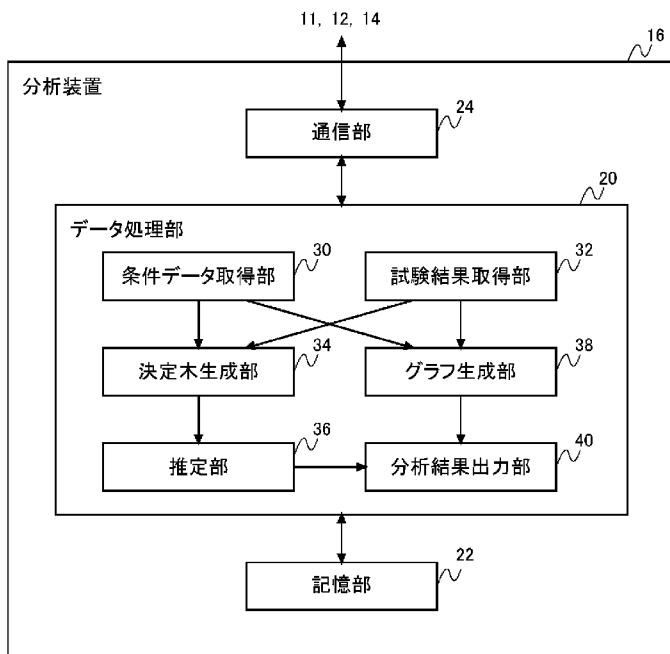
(10) 国際公開番号

WO 2023/166585 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/66 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/008768
- (22) 国際出願日: 2022年3月2日(02.03.2022)
- (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:株式会社アドバンテスト(ADVANTEST CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:池田 皓甫(IKEDA Kosuke); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番2号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP). 郡谷 龍明(GUNYA Tatsuaki); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番2号株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森下 賢樹 (MORISHITA Sakaki); 〒1530061 東京都目黒区中目黒1-8-1 VORT中目黒13階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) Title: SEMICONDUCTOR TESTING RESULT ANALYZING DEVICE, SEMICONDUCTOR TESTING RESULT ANALYZING METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: 半導体試験結果分析装置、半導体試験結果分析方法およびコンピュータプログラム



- 16 Analyzing device
- 20 Data processing unit
- 22 Storage unit
- 24 Communication unit
- 30 Condition data acquisition unit
- 32 Testing result acquisition unit
- 34 Determination tree generation unit
- 36 Estimation unit
- 38 Graph generation unit
- 40 Analyzing result output unit

(57) Abstract: A condition data acquisition unit 30 acquires first data (condition data) of a plurality of items relating to a testing process for a plurality of semiconductor chips. A testing result acquisition unit 32 acquires second data (testing result data) indicating the testing result on the semiconductor chips in the testing process. A graph generation unit 38 generates, in a region in which the items of the condition data are arranged along one axis and a plurality of values for



WO 2023/166585 A1

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, SC, 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))

each of the items are arranged in a direction orthogonal to the axis, a graph image in which values corresponding to the respective items are connected by a line, for each group of a plurality of the semiconductor chips in an identical testing environment. The graph generation unit 38 changes the mode of the line for each group in the graph image in accordance with the proportion of semiconductor chips that had unsuccessful testing results in the group.

(57) 要約 : 条件データ取得部 30 は、複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第 1 データ (条件データ) を取得する。試験結果取得部 32 は、試験工程における複数の半導体チップの試験結果を示す第 2 データ (試験結果データ) を取得する。グラフ生成部 38 は、条件データの複数項目を 1 つの軸に並べ、その軸に直交する方向に各項目の複数の値を並べた領域において、試験環境が同じ複数の半導体チップのグループごとに複数項目に亘って該当する値を線で結んだグラフ画像を生成する。グラフ生成部 38 は、グラフ画像におけるグループごとの線の態様を、各グループにおいて試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる。

明 細 書

発明の名称：

半導体試験結果分析装置、半導体試験結果分析方法およびコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、半導体試験結果分析装置、半導体試験結果分析方法およびコンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002] 半導体チップの試験工程において、試験環境（例えばプローブカードの不具合等）に起因して、正常なチップが不良品と判定される問題（以下「検査性不具合」とも呼ぶ。）が発生することがあった。従来、検査性不具合の発生が疑われる場合、半導体チップの試験工程に関する様々なデータを人が解析し、半導体チップが不良品と判定された原因を推定していた。

[0003] 特許文献1には、ウエハテスト結果に基づいて不良チップの連続性を確認し、連続する不良チップは同じグループに属するように不良チップを不良グループに分別し、判定対象ウエハ外周近傍チップについて不良グループからの距離に基づいて品質判定指数を算出して判定対象ウエハ外周近傍チップの品質を判定する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-27910号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] これまで、半導体チップの試験工程に関する様々なデータを解析して、半導体チップが不良品と判定された原因を推定する解析者に大きな負担がかかっていた。上記特許文献1の技術は、半導体チップが不良品と判定された原

因を推定する解析者の作業を十分に支援できるものではない。

[0006] 本開示に係る状況においてなされたものであり、その例示的な目的のひとつは、半導体チップが不良品と判定された原因の推定を支援する技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本開示のある態様の半導体試験結果分析装置は、複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第1データを取得する第1取得部と、試験工程における複数の半導体チップの試験結果を示す第2データを取得する第2取得部と、第1データの複数項目を1つの軸に並べ、軸に直交する方向に各項目の複数の値を並べた領域において、試験環境が同じ複数の半導体チップのグループごとに複数項目に亘って該当する値を線で結んだグラフ画像を生成するグラフ生成部と、を備える。グラフ生成部は、グラフ画像におけるグループごとの線の態様を、各グループにおいて試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる。

[0008] 本開示の別の態様は、半導体試験結果分析方法である。この方法は、複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第1データを取得するステップと、試験工程における複数の半導体チップの試験結果を示す第2データを取得するステップと、第1データの複数項目を1つの軸に並べ、軸に直交する方向に各項目の複数の値を並べた領域において、試験環境が同じ複数の半導体チップのグループごとに複数項目に亘って該当する値を線で結んだグラフ画像を生成するステップと、をコンピュータが実行し、生成するステップは、グラフ画像におけるグループごとの線の態様を、各グループにおいて試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる。

[0009] なお、以上の構成要素を任意に組み合わせたもの、構成要素や表現を、システム、プログラム、プログラムが格納された記録媒体などの間で相互に置換したものもまた、本開示の態様として有効である。

発明の効果

[0010] 本開示のある態様によれば、半導体チップが不良品と判定された原因の推

定を支援できる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]実施例の分析システムの構成を示す図である。
[図2]図1の分析装置の機能ブロックを示すブロック図である。
[図3]分析装置の動作を示すフローチャートである。
[図4]フェイル要因分析画面の例を示す図である。
[図5]図4のグラフ画像の例を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0012] 実施例の概要を説明する。実施例の分析システムは、複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目を特徴量とし、複数の半導体チップの試験結果を目標値として決定木を作成する。実施例の分析システムは、作成した決定木において重要度が相対的に高い特徴量の情報を、試験結果への影響度合いが大きい項目として解析者に提供する。また、実施例の分析システムは、決定木から導出された、試験結果への影響度合いが大きい項目の情報とともに、決定木の生成に用いた複数項目の特徴量と複数の半導体チップの試験結果との対応関係を描いたグラフ画像を解析者にさらに提供する。
- [0013] 実施例の詳細を説明する。図1は、実施例の分析システム10の構成を示す。分析システム10は、データベースサーバ11、試験結果記憶装置12、ユーザ端末14、分析装置16を備える情報処理システムである。これらの装置は、LAN・WAN・インターネット等を含む通信網18を介して接続される。
- [0014] データベースサーバ11は、複数の半導体チップそれぞれの製造工程および試験工程に関する複数項目の第1データ（以下「条件データ」と呼ぶ。）を記憶する装置である。条件データは、値が離散値となる項目を含む。離散値は、量や大きさを表す数値ではない値を含む。値が離散値となる項目は、ID等の識別情報を含み、例えば、治具のIDやオペレータのID等を含む。
- [0015] 具体的には、条件データは、（1）半導体チップに対するプローブカード

の押し込み量、(2) 治具のID、(3) 試験を担当したオペレータのID、(4) 半導体試験装置(テスト)のID、(5) 半導体チップのロットのID、(6) ウェハ上での半導体チップの座標、(7) 試験回数のうち少なくとも1つを含む。実施例の条件データは、上記(1)～(7)の全ての項目を含む。治具は、例えば、プローブカードおよび/またはパフォーマンスボードを含む。なお、条件データは、上記7項目以外の項目を含んでもよい。また、上記7項目を含む複数の項目の中から分析に用いる項目をユーザが選択してもよい。

[0016] 試験結果記憶装置12は、試験工程における半導体チップの試験結果を示す第2データ(以下「試験結果データ」と呼ぶ。)を記憶する。試験結果データは、例えば、複数の半導体チップのそれぞれについて、試験において良品(合格)と判定されたか不良品(不合格)と判定されたかを示すデータを含む。試験結果が不合格になることをフェイルとも呼ぶ。また、試験結果データは、試験結果として予め定められたカテゴリごとの合否を示すデータを含む。

[0017] カテゴリは、特定の種類のフェイルが発生する区分と言え、ソフトビン(フェイルの種類)とも言える。例えば、カテゴリは、ソフトビン番号1、すなわち第1のフェイルが発生する区分、および、ソフトビン番号2、すなわち第2のフェイルが発生する区分を含んでもよい。また、試験結果データは、ハードビン(すなわち全体的な試験結果)、ソフトビン、フェイルした試験のIDのうち少なくとも1つを含んでもよい。

[0018] ユーザ端末14は、半導体チップが不良品と判定された原因の解析作業を行う解析者(以下「ユーザ」とも呼ぶ。)により操作される情報処理装置である。ユーザ端末14は、ラップトップコンピュータ、タブレット端末、スマートフォンであってもよい。ユーザ端末14は、ディスプレイを備え、または、外部のディスプレイに接続される。

[0019] 分析装置16は、様々な条件データと試験結果データとを解析し、半導体チップが不良品と判定された原因の推定を支援する情報を生成する情報処理

装置である。分析装置 16 は、半導体試験結果分析装置とも言える。

[0020] 図 2 は、図 1 の分析装置 16 の機能ブロックを示すブロック図である。本開示のブロック図において示される各ブロックは、ハードウェア的には、コンピュータの CPU・メモリをはじめとする素子や機械装置で実現でき、ソフトウェア的にはコンピュータプログラム等によって実現されるが、ここでは、それらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。これらの機能ブロックはハードウェア、ソフトウェアの組合せによっていろいろなかたちで実現できることは、当業者には理解されることである。

[0021] 分析装置 16 は、データ処理部 20、記憶部 22、通信部 24 を備える。データ処理部 20 は、各種データ処理を実行する。記憶部 22 は、データ処理部 20 により参照または更新されるデータを記憶する。通信部 24 は、所定の通信プロトコルにしたがって外部装置と通信する。データ処理部 20 は、通信部 24 を介して、データベースサーバ 11、試験結果記憶装置 12、ユーザ端末 14 とデータを送受信する。

[0022] データ処理部 20 は、条件データ取得部 30、試験結果取得部 32、決定木生成部 34、推定部 36、グラフ生成部 38、分析結果出力部 40 を備える。データ処理部 20 が備える複数の機能ブロックの機能は、コンピュータプログラムに実装されてもよく、そのコンピュータプログラムは、分析装置 16 のストレージにインストールされてもよい。分析装置 16 のプロセッサ（CPU 等）は、そのコンピュータプログラムをメインメモリに読み出して実行することにより上記複数の機能ブロックの機能を発揮してもよい。

[0023] 条件データ取得部 30 は、第 1 取得部として、データベースサーバ 11 に記憶された条件データをデータベースサーバ 11 から取得する。試験結果取得部 32 は、第 2 取得部として、試験結果記憶装置 12 に記憶された試験結果データを試験結果記憶装置 12 から取得する。

[0024] 決定木生成部 34 は、条件データ取得部 30 により取得された条件データの各項目を特徴量とし、試験結果取得部 32 により取得された試験結果データを目標値として決定木を生成する。推定部 36 は、決定木生成部 34 によ

り生成された決定木において重要度が相対的に高い特徴量（すなわち条件データの項目）を推定する。

[0025] グラフ生成部38は、条件データ取得部30により取得された条件データの複数項目を1つの軸に並べ、その軸に直交（略直交を含む）する方向に各項目の複数の値を並べた領域において、試験環境が同じ複数の半導体チップのグループごとに条件データの複数項目に亘って該当する値を線で結んだグラフ画像を生成する。グラフ生成部38は、グラフ画像におけるグループごとの線の態様を、各グループにおいて試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる。

[0026] 分析結果出力部40は、推定部36による推定結果、および、グラフ生成部38により生成されたグラフ画像を含む分析結果画面（後述のフェイル要因分析画面）のデータをユーザ端末14へ送信する。分析結果出力部40は、分析結果画面において、推定部36により推定された、決定木において重要度が相対的に高い特徴量の情報を、試験結果への影響度が大きい項目として設定する。

[0027] 以上の構成による分析システム10の動作を説明する。

複数の半導体チップそれぞれの製造工程および試験工程に関する条件データが、製造工程または試験工程を管理する装置（不図示）からデータベースサーバ11に登録される。また、複数の半導体チップそれぞれの試験結果データが、半導体試験装置等（不図示）から試験結果記憶装置12に登録される。

[0028] 図3は、分析装置16の動作を示すフローチャートである。分析装置16の条件データ取得部30は、データベースサーバ11から条件データを取得して記憶部22に格納する（S10）。分析装置16の試験結果取得部32は、試験結果記憶装置12から試験データ（実績値）を取得して記憶部22に格納する（S12）。分析装置16の決定木生成部34は、決定木アルゴリズムに基づいた勾配ブースティング（Gradient Boosting）の機械学習フレームワークのライブラリを用いて、学習用の条件データと学習用の試験結果

データに基づく勾配ブースティング決定木を生成する（S 1 4）。

[0029] 分析装置 1 6 の推定部 3 6 は、テスト用の条件データを決定木に入力して、試験結果の予測値を導出する（S 1 6）。推定部 3 6 は、AUC（Area Under the Curve）を用いて、試験結果の予測値と試験結果の実績値とに基づいて、決定木による分類の精度を導出する（S 1 8）。AUCのスコアが1に近いほど、分類の精度が高いことを示す。また、推定部 3 6 は、feature_importance関数を用いて、決定木における各特微量（すなわち条件データの各項目）の重要度を導出する（S 2 0）。

[0030] 実施例の決定木生成部 3 4 は、複数の半導体チップそれぞれの条件データとカテゴリごとの試験結果データとを用いて、カテゴリごとの決定木を生成する。言い換えれば、決定木生成部 3 4 は、複数のカテゴリに対応する複数の決定木を生成する。推定部 3 6 は、複数のカテゴリに対応する複数の決定木のそれぞれについて、分類の精度を導出し、さらに各特微量の重要度を導出する。以下、決定木における分類の精度を示す情報と、各特微量の重要度を示す情報を総称して決定木情報とも呼ぶ。推定部 3 6 は、複数のカテゴリに対応する複数の決定木それぞれの決定木情報を記憶部 2 2 に格納する（S 2 2）。

[0031] 分析装置 1 6 のグラフ生成部 3 8 は、複数の半導体チップそれぞれの条件データとカテゴリごとの試験結果データとを用いて、カテゴリごとのグラフ画像を生成する。言い換えれば、グラフ生成部 3 8 は、複数のカテゴリに対応する複数のグラフ画像を生成する。グラフ生成部 3 8 は、複数のグラフ画像を記憶部 2 2 に格納する。

[0032] ユーザ端末 1 4 は、ユーザが指定したカテゴリの情報を含む分析要求データを分析装置 1 6 へ送信する。分析結果出力部 4 0 は、分析要求データを受け付けた場合に、記憶部 2 2 に記憶された、分析要求データで指定されたカテゴリに対応する決定木情報とグラフ画像に基づいてフェイル要因分析画面のデータを生成する。分析結果出力部 4 0 は、生成したフェイル要因分析画面のデータをユーザ端末 1 4 へ送信する。ユーザ端末 1 4 は、分析装置 1 6

(分析結果出力部40)から提供された分析結果画面をディスプレイに表示させる。

[0033] なお、分析装置16は、ウェブサーバの機能を備えてもよい。この場合、分析結果出力部40は、分析要求データを含むHTTPリクエストへの応答として、分析結果画面のウェブページデータをユーザ端末14へ送信してもよい。ユーザ端末14のウェブブラウザは、分析結果画面のウェブページをディスプレイに表示させてもよい。

[0034] 図4は、フェイル要因分析画面70の例を示す。分析結果出力部40は、フェイル要因分析画面70に、カテゴリ情報72、精度情報74、影響度情報76、グラフ画像80を設定する。分析結果出力部40は、ユーザにより指定されたカテゴリ(以下「対象カテゴリ」とも呼ぶ。)の情報をカテゴリ情報72として設定する。図4のカテゴリ情報72は、フェイル要因分析画面70がソフトピン番号2で識別されるカテゴリに関する内容であることを示している。

[0035] 分析結果出力部40は、記憶部22に記憶された対象カテゴリの決定木における分類の精度に基づく情報を精度情報74として設定する。精度情報74は、決定木における分類の精度の高低を示す情報とも言える。図4の精度情報74は、決定木における分類の精度が高いこと、すなわち、AUCのスコアが1に近いことを示している。なお、分析結果出力部40は、決定木における分類の精度の指標値を精度情報74として設定してもよく、例えば、AUCのスコアを精度情報74として設定してもよい。

[0036] 分析結果出力部40は、記憶部22に記憶された対象カテゴリの決定木において重要度が相対的に高い特徴量の情報を影響度情報76として設定する。図4の影響度情報76では、重要度の降順に上位5位の特徴量を示している。「PROBE_CARD」は、物理的なプローブカードの固有のIDであり、治具IDとも言える。「TESTER_ID」は、テストのIDである。「LOT」は、半導体チップのロットのIDである。「OVERDRIVE」は、プローブカードの押し込み量の設定値である。「PROGRAM

「_VER」は、プログラム（例えば半導体試験プログラム）のバージョン番号である。

[0037] このように、実施例の分析装置16によると、複数の半導体チップの試験結果への影響度合いが大きい条件データの項目を自動で推定し、推定結果を示す影響度情報76をユーザに提供する。これにより、ユーザによる試験結果の解析作業の負担を低減でき、また、ユーザのスキルに依存した不合格原因の推定精度のばらつきも低減できる。また、分析装置16は、決定木の精度情報74をさらに提供することで、ユーザが影響度情報76の妥当性を判断することを支援できる。

[0038] 図5は、図4のグラフ画像80の例を示す。グラフ画像80の横軸には、条件データの複数の項目が設定される。図5のグラフ画像80では、左から、LOT（半導体チップのロットのID）、OVERDRIVE（プローブカードの押し込み量の設定値）、TESTER_ID（テストのID）、PROBE_CARD（プローブカードのID）、PROGRAM_VER（プログラムのバージョン番号）が並べられている。グラフ画像80の横軸に直交する縦方向には、条件データの各項目の値が並べられている。例えば、条件データLOTでは、複数個のロット番号、例えば、「13977」、「13948」、「14131」、・・・が縦に並べられている。

[0039] グラフ生成部38は、試験環境が同じ複数の半導体チップのグループを単位とする線（以下「グループ線」とも呼ぶ。）をグラフ画像80に設定する。グラフ生成部38は、半導体チップのグループごとに、条件データの複数項目に亘って該当する値を結ぶグループ線を設定する。実施例でのグループは、同じウェハ上の同じサイトの複数の半導体チップにより構成される。

[0040] グラフ生成部38は、各グループ線の態様を、各グループにおいて試験結果が不合格になった半導体チップの割合であり、具体的には対象カテゴリのフェイルが発生した半導体チップの割合に応じて変化させる。すなわち、グラフ生成部38は、或るカテゴリのグラフ画像80を生成する場合、各グループにおいて当該カテゴリの試験結果が不合格になった半導体チップの割合

に応じて、各グループ線の態様を変化させる。グラフ生成部38は、フェイルの割合が相対的に高いグループのグループ線（不良グループ線82）を、フェイルの割合が相対的に低いグループのグループ線（正常グループ線84）より視認性を高めた態様に設定する。視認性を高めた態様は、例えば、目立つ色彩を設定することでもよく、線幅を太くすることでもよい。

[0041] 実施例では、グラフ生成部38は、フェイルの割合に応じて、グループ線の色を変化させる。グラフ生成部38は、対象カテゴリのフェイルが発生した半導体チップの割合が高くなるほど、グループ線の赤色の成分を強め、濃い赤色に設定する。例えば、不良グループ線82は、濃い赤色のグループ線である。一方、グラフ生成部38は、対象カテゴリのフェイルが発生した半導体チップの割合が低くなるほど、グループ線の赤色の成分を弱め、白色に近づける。例えば、正常グループ線84は、白色のグループ線である。

[0042] なお、グラフ生成部38は、特定の条件データの特定の値の場所（例えば条件データPROBE_CARDの「PC03」の領域）に複数のグループ線を配置する場合、対象カテゴリのフェイルの発生割合の大きさ順に複数のグループ線を並べる。実施例のグラフ生成部38は、対象カテゴリのフェイルの発生割合が高いグループのグループ線（すなわち赤色の成分が強いグループ線）ほど上位置に配置する。

[0043] 実施例の分析装置16によると、グラフ画像80を提供することにより、ユーザによる不合格原因の推定を支援できる。例えば、グラフ画像80において特定の条件データの特定の値の場所に赤色のグループ線が集中している場合、その項目のその値が示す試験環境（条件とも言える）が、不合格に対する影響度合いが高い要因と推定できる。例えば、図5のグラフ画像80では、項目LOTの「13977」と「13948」、項目OVERDRIVEの「0.00006」、項目PROBE_CARDの「PC01」が、不合格に対する影響度合いが高い要因と推定できる。

[0044] また、分析装置16は、影響度情報76とグラフ画像80の両方を含むフェイル要因分析画面70を提供する。これにより、決定木から導出された影

響度情報 76 の妥当性をグラフ画像 80 により確認可能にできる。また逆に、グラフ画像 80 から読み取られる試験結果への影響度合いが大きい項目の妥当性を影響度情報 76 により確認可能にできる。

[0045] フェイル要因分析画面 70 において、ユーザは、所望の対象カテゴリを選択可能である。ユーザが対象カテゴリを変更すると、ユーザ端末 14 は、変更後の対象カテゴリを指定する分析要求データを分析装置 16 へ送信する。分析装置 16 の分析結果出力部 40 は、記憶部 22 に記憶された、変更後の対象カテゴリに関連付けられた決定木情報とグラフ画像とに基づいて、新たなフェイル要因分析画面 70 を生成し、新たなフェイル要因分析画面 70 をユーザ端末 14 に提供する。

[0046] なお、対象カテゴリは、自動で決定されてもよい。例えば、過去数十ロットの試験結果におけるカテゴリごとの発生率（不合格率）に基づいて対象カテゴリが決定されてもよく、また、不合格率が相対的に高いカテゴリが対象カテゴリとして選択されてもよい。また、カテゴリごとの発生率（不合格率）に基づき、標準偏差を用いた外れ値判定により対象カテゴリが決定されてもよい。

[0047] また、フェイル要因分析画面 70 において、ユーザは、グラフ画像 80 の横軸に並べる条件データの項目を選択可能である。ユーザ端末 14 は、ユーザが設定または変更した表示対象の条件データの項目を指定する分析要求データを分析装置 16 へ送信する。分析装置 16 のグラフ生成部 38 は、分析要求データで指定された表示対象の条件データの項目を横軸に並べたグラフ画像 80 を生成する。分析装置 16 の分析結果出力部 40 は、推定部 36 により生成されたグラフ画像 80 を含むフェイル要因分析画面 70 をユーザ端末 14 に提供する。

[0048] 以上、本開示を実施例をもとに説明した。この実施例は例示であり、実施例の各構成要素あるいは各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本開示の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

- [0049] 変形例を説明する。分析装置16のグラフ生成部38は、或るカテゴリのグラフ画像80に設定する条件データの項目として、当該カテゴリの決定木において重要度が相対的に高い特徴量に対応する項目を自動で設定してもよい。例えば、グラフ生成部38は、決定木における重要度が所定順位内（例えば上位5位まで）の条件データの項目をグラフ画像80の横軸に設定してもよい。これにより、決定木から導出された影響度情報76の妥当性を効率的に確認可能なグラフ画像80を自動で提供できる。
- [0050] 別の変形例を説明する。分析装置16のグラフ生成部38は、試験結果が不合格になった半導体チップの割合が所定の閾値以上のグループに対応するグループ線を、試験結果が不合格になった半導体チップの割合が上記閾値未満のグループに対応するグループ線とは異なる態様に設定したグラフ画像80を生成してもよい。グラフ生成部38は、前者のグループ線を、後者のグループ線より視認性が高い態様に設定してもよい。例えば、前者のグループ線を赤色、後者のグループ線を白色に設定してもよい。また、前者のグループ線を太線、後者のグループ線を細線に設定してもよい。上記の閾値は、開発者の知見や分析システム10を用いた実験に基づいて適切な値に設定されてよい。
- [0051] さらに別の変形例を説明する。上記実施例の推定部36は、`feature_importance`関数を用いて、決定木における各特徴量の重要度を推定した。変形例として、推定部36は、他の関数や手法を用いて、決定木における各特徴量の重要度を推定してもよい。例えば、推定部36は、`permutation_importance`関数を用いて、決定木における各特徴量の重要度を導出してもよい。
- [0052] さらに別の変形例を説明する。上記実施例において分析装置16が備えた複数の機能ブロックは、複数の情報処理装置（クラウドサービスを含んでもよい）に分散して実装されてもよい。この場合、複数の情報処理装置がシステムとして連携することにより、上記実施例における分析装置16の処理と同様の処理が実現されてもよい。

[0053] 上述した実施例および変形例の任意の組み合わせもまた本開示の実施の形態として有用である。組み合わせによって生じる新たな実施の形態は、組み合わせられる実施例および変形例それぞれの効果をあわせもつ。また、請求項に記載の各構成要件が果たすべき機能は、実施例および変形例において示された各構成要素の単体もしくはそれらの連携によって実現されることも当業者には理解されるところである。

[0054] 実施例および変形例に記載の技術は、以下の各項目に記載の態様によって特定されてもよい。

[項目 1 – 1]

複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第 1 データを取得する第 1 取得部と、

前記試験工程における前記複数の半導体チップの試験結果を示す第 2 データを取得する第 2 取得部と、

前記第 1 データの各項目を特徴量とし、前記第 2 データを目標値として決定木を生成する決定木生成部と、

前記決定木において重要度が相対的に高い特徴量の情報を、前記試験結果への影響度合いが大きい項目として出力する出力部と、

を備える半導体試験結果分析装置。

この半導体試験結果分析装置によると、複数の半導体チップの試験結果への影響度合いが大きい第 1 データの項目（「パラメータ」とも言える）を自動で推定し、ユーザによる試験結果の解析作業の負担を低減できる。また、ユーザのスキルに依存した不合格原因の推定精度のばらつきも低減できる。

[項目 1 – 2]

前記第 1 データは、値が離散値となる項目を含む、

項目 1 – 1 に記載の半導体試験結果分析装置。

この半導体試験結果分析装置によると、決定木を使用するため、第 1 データの項目に離散値が含まれる場合も、試験結果への影響度合いが大きい項目を精度よく推定できる。

[項目 1-3]

前記第 1 データは、(1) 前記半導体チップに対するプローブカードの押し込み量、(2) 治具 ID、(3) 試験を担当したオペレータ ID、(4) 半導体試験装置の ID、(5) 前記半導体チップのロット ID、(6) ウェハ上での前記半導体チップの座標、(7) 試験回数のうち少なくとも 1 つを含む、

項目 1-1 または 1-2 に記載の半導体試験結果分析装置。

この半導体試験結果分析装置によると、半導体チップの試験工程に関する様々なパラメータの試験結果への影響度合いを推定できる。

[項目 1-4]

前記第 2 データは、前記試験結果として予め定められたカテゴリごとの合否を示すものであり、

前記決定木生成部は、前記カテゴリごとの決定木を生成し、

前記出力部は、前記カテゴリごとの決定木において重要度が相対的に高い特徴量の情報を入力する、

項目 1-1 から 1-3 のいずれかに記載の半導体試験結果分析装置。

この半導体試験結果分析装置によると、不合格と判断されたカテゴリごとに合否に対する影響度合いが大きい項目をユーザに提示できる。

[項目 1-5]

前記出力部は、前記決定木において重要度が相対的に高い特徴量の情報とともに、前記決定木による分類の精度に基づく情報を入力する、

項目 1-1 から 1-4 のいずれかに記載の半導体試験結果分析装置。

この半導体試験結果分析装置によると、試験結果への影響度合いが大きい項目として提示した内容の妥当性をユーザに分かり易く提示できる。

[項目 1-6]

複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第 1 データを取得するステップと、

前記試験工程における前記複数の半導体チップの試験結果を示す第 2 デー

タを取得するステップと、

前記第1データの各項目を特徴量とし、前記第2データを目標値として決定木を生成するステップと、

前記決定木において重要度が相対的に高い特徴量の情報を、前記試験結果への影響度合いが大きい項目として出力するステップと、

をコンピュータが実行する半導体試験結果分析方法。

この半導体試験結果分析方法によると、複数の半導体チップの試験結果への影響度合いが大きい第1データの項目（「パラメータ」とも言える）を自動で推定し、ユーザによる試験結果の解析作業の負担を低減できる。また、ユーザのスキルに依存した原因推定精度のばらつきも低減できる。

[項目1-7]

複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第1データを取得する機能と、

前記試験工程における前記複数の半導体チップの試験結果を示す第2データを取得する機能と、

前記第1データの各項目を特徴量とし、前記第2データを目標値として決定木を生成する機能と、

前記決定木において重要度が相対的に高い特徴量の情報を、前記試験結果への影響度合いが大きい項目として出力する機能と、

をコンピュータに実現させるためのコンピュータプログラム。

このコンピュータプログラムによると、複数の半導体チップの試験結果への影響度合いが大きい第1データの項目（「パラメータ」とも言える）を自動で推定するコンピュータを実現でき、ユーザによる試験結果の解析作業の負担を低減できる。また、ユーザのスキルに依存した原因推定精度のばらつきも低減できる。

[0055] [項目2-1]

複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第1データを取得する第1取得部と、

前記試験工程における前記複数の半導体チップの試験結果を示す第2データを取得する第2取得部と、

前記第1データの複数項目を1つの軸に並べ、前記軸に直交する方向に各項目の複数の値を並べた領域において、試験環境が同じ複数の半導体チップのグループごとに前記複数項目に亘って該当する値を線で結んだグラフ画像を生成するグラフ生成部と、

を備え、

前記グラフ生成部は、前記グラフ画像におけるグループごとの線の態様を、各グループにおいて前記試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる、

半導体試験結果分析装置。

この半導体試験結果分析装置によると、試験結果が不合格の半導体チップが生じた場合に、その要因の分析を支援できる。例えば、グラフ画像において、半導体チップの試験結果が不合格になった割合が高いグループの線が、特定の項目の特定の値に集中している場合、その項目のその値が示す試験環境（条件とも言える）が、不合格に対する影響度合いが高い要因であると推定できる。

[項目2-2]

前記第1データは、(1)前記半導体チップに対するプローブカードの押し込み量、(2)治具ID、(3)試験を担当したオペレータID、(4)半導体試験装置のID、(5)前記半導体チップのロットID、(6)ウェハ上での前記半導体チップの座標、(7)試験回数のうち少なくとも1つを含む、

項目2-1に記載の半導体試験結果分析装置。

この半導体試験結果分析装置によると、半導体チップの試験工程に関する様々なパラメータの中から、不合格に対する影響度合いが高いパラメータを分かり易く提示できる。

[項目2-3]

前記第2データは、前記試験結果として予め定められたカテゴリごとの合否を示すものであり、

前記グラフ生成部は、カテゴリごとのグラフ画像を生成し、

前記グラフ生成部は、或るカテゴリのグラフ画像におけるグループごとの線の態様を、各グループにおいて当該カテゴリの試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる、

項目2-1または2-2に記載の半導体試験結果分析装置。

この半導体試験結果分析装置によると、カテゴリごとに試験結果が不合格となった要因の分析を支援できる。

[項目2-4]

前記第1データの各項目を特徴量とし、前記第2データを目標値として決定木を生成する決定木生成部と、

前記グラフ画像とともに、前記決定木において重要度が相対的に高い特徴量の情報を、前記試験結果への影響度合いが大きい項目として表示させる出力部と、

をさらに備える項目2-1から2-3のいずれかに記載の半導体試験結果分析装置。

この半導体試験結果分析装置によると、決定木から導出された試験結果への影響度合いが大きい項目の妥当性をグラフ画像により確認可能な分析結果情報を提供でき、または、グラフ画像から読み取った試験結果への影響度合いが大きい項目の妥当性を決定木から導出された情報により確認可能な分析結果情報を提供できる。

[項目2-5]

前記グラフ生成部は、前記グラフ画像に設定する前記第1データの項目として、前記決定木において重要度が相対的に高い特徴量に対応する項目を自動で設定する、

項目2-4に記載の半導体試験結果分析装置。

この半導体試験結果分析装置によると、決定木から導出された試験結果へ

の影響度合いが大きい項目の妥当性を効率的に確認可能なグラフ画像を自動的に生成できる。

[項目 2 - 6]

複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第 1 データを取得するステップと、

前記試験工程における前記複数の半導体チップの試験結果を示す第 2 データを取得するステップと、

前記第 1 データの複数項目を 1 つの軸に並べ、前記軸に直交する方向に各項目の複数の値を並べた領域において、試験環境が同じ複数の半導体チップのグループごとに前記複数項目に亘って該当する値を線で結んだグラフ画像を生成するステップと、

をコンピュータが実行し、

前記生成するステップは、前記グラフ画像におけるグループごとの線の様子を、各グループにおいて前記試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる、

半導体試験結果分析方法。

この半導体試験結果分析方法によると、試験結果が不合格の半導体チップが生じた場合に、その要因の分析を支援できる。例えば、グラフ画像において、半導体チップの試験結果が不合格になった割合が高いグループの線が、特定の項目の特定の値に集中している場合、その項目が不合格に対する影響度合いが高い要因であると推定できる。

[項目 2 - 7]

複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第 1 データを取得する機能と、

前記試験工程における前記複数の半導体チップの試験結果を示す第 2 データを取得する機能と、

前記第 1 データの複数項目を 1 つの軸に並べ、前記軸に直交する方向に各項目の複数の値を並べた領域において、試験環境が同じ複数の半導体チップ

のグループごとに前記複数項目に亘って該当する値を線で結んだグラフ画像を生成する機能と、

をコンピュータに実現させ、

前記生成する機能は、前記グラフ画像におけるグループごとの線の態様を、各グループにおいて前記試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる、

コンピュータプログラム。

このコンピュータプログラムによると、試験結果が不合格の半導体チップが生じた場合に、その要因の分析を支援するコンピュータを実現できる。例えば、グラフ画像において、半導体チップの試験結果が不合格になった割合が高いグループの線が、特定の項目の特定の値に集中している場合、その項目が不合格に対する影響度合いが高い要因であると推定できる。

産業上の利用可能性

[0056] 本開示の技術は、半導体チップの試験結果を分析する装置に適用することができる。

符号の説明

[0057] 10 分析システム、 16 分析装置、 30 条件データ取得部、
32 試験結果取得部、 34 決定木生成部、 38 グラフ生成部、
40 分析結果出力部。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第1データを取得する第1取得部と、
- 前記試験工程における前記複数の半導体チップの試験結果を示す第2データを取得する第2取得部と、
- 前記第1データの複数項目を1つの軸に並べ、前記軸に直交する方向に各項目の複数の値を並べた領域において、試験環境が同じ複数の半導体チップのグループごとに前記複数項目に亘って該当する値を線で結んだグラフ画像を生成するグラフ生成部と、
- を備え、
- 前記グラフ生成部は、前記グラフ画像におけるグループごとの線の態様を、各グループにおいて前記試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる、
- 半導体試験結果分析装置。
- [請求項2] 前記第1データは、(1)前記半導体チップに対するプローブカードの押し込み量、(2)治具ID、(3)試験を担当したオペレータID、(4)半導体試験装置のID、(5)前記半導体チップのロットID、(6)ウェハ上での前記半導体チップの座標、(7)試験回数のうち少なくとも1つを含む、
- 請求項1に記載の半導体試験結果分析装置。
- [請求項3] 前記第2データは、前記試験結果として予め定められたカテゴリごとの合否を示すものであり、
- 前記グラフ生成部は、カテゴリごとのグラフ画像を生成し、
- 前記グラフ生成部は、或るカテゴリのグラフ画像におけるグループごとの線の態様を、各グループにおいて当該カテゴリの試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる、
- 請求項1または2に記載の半導体試験結果分析装置。
- [請求項4] 前記第1データの各項目を特徴量とし、前記第2データを目標値と

して決定木を生成する決定木生成部と、

前記グラフ画像とともに、前記決定木において重要度が相対的に高い特徴量の情報を、前記試験結果への影響度合いが大きい項目として表示させる出力部と、

をさらに備える請求項1から3のいずれかに記載の半導体試験結果分析装置。

[請求項5] 前記グラフ生成部は、前記グラフ画像に設定する前記第1データの項目として、前記決定木において重要度が相対的に高い特徴量に対応する項目を自動で設定する、

請求項4に記載の半導体試験結果分析装置。

[請求項6] 複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第1データを取得するステップと、

前記試験工程における前記複数の半導体チップの試験結果を示す第2データを取得するステップと、

前記第1データの複数項目を1つの軸に並べ、前記軸に直交する方向に各項目の複数の値を並べた領域において、試験環境が同じ複数の半導体チップのグループごとに前記複数項目に亘って該当する値を線で結んだグラフ画像を生成するステップと、

をコンピュータが実行し、

前記生成するステップは、前記グラフ画像におけるグループごとの線の態様を、各グループにおいて前記試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる、

半導体試験結果分析方法。

[請求項7] 複数の半導体チップの試験工程に関する複数項目の第1データを取得する機能と、

前記試験工程における前記複数の半導体チップの試験結果を示す第2データを取得する機能と、

前記第1データの複数項目を1つの軸に並べ、前記軸に直交する方

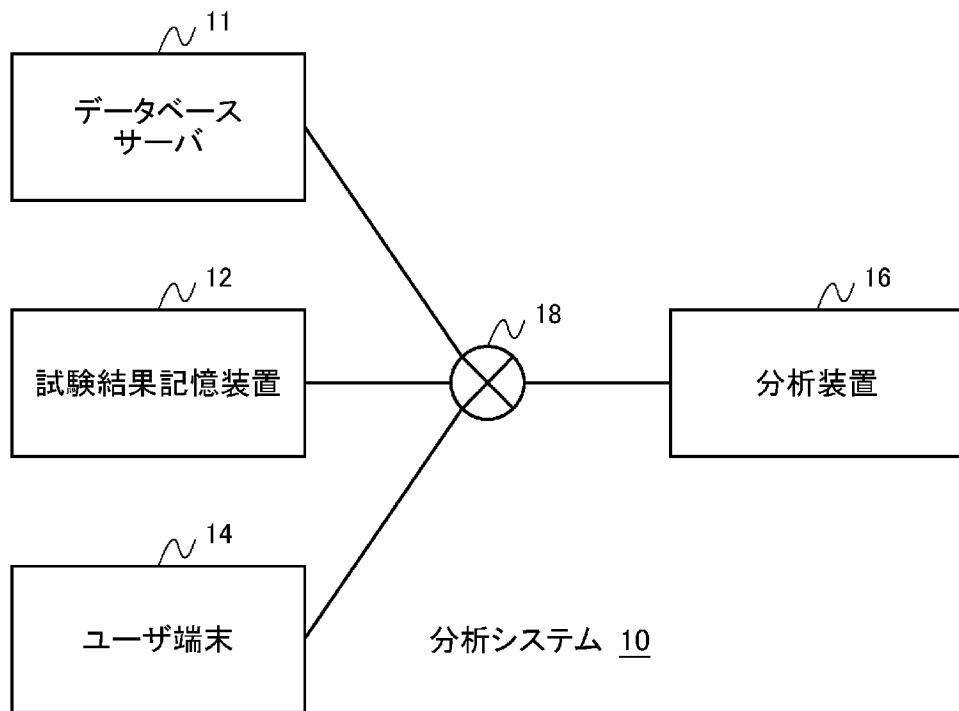
向に各項目の複数の値を並べた領域において、試験環境が同じ複数の半導体チップのグループごとに前記複数項目に亘って該当する値を線で結んだグラフ画像を生成する機能と、

をコンピュータに実現させ、

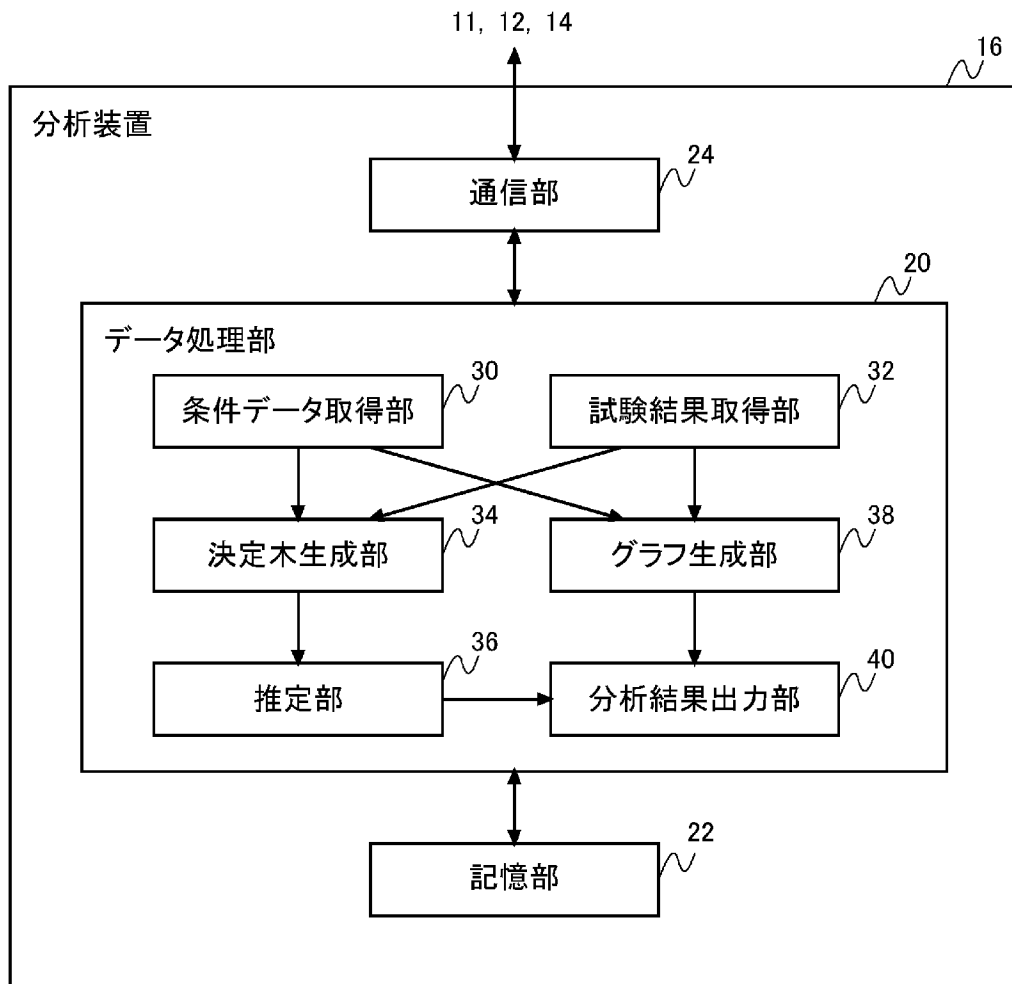
前記生成する機能は、前記グラフ画像におけるグループごとの線の態様を、各グループにおいて前記試験結果が不合格になった半導体チップの割合に応じて変化させる、

コンピュータプログラム。

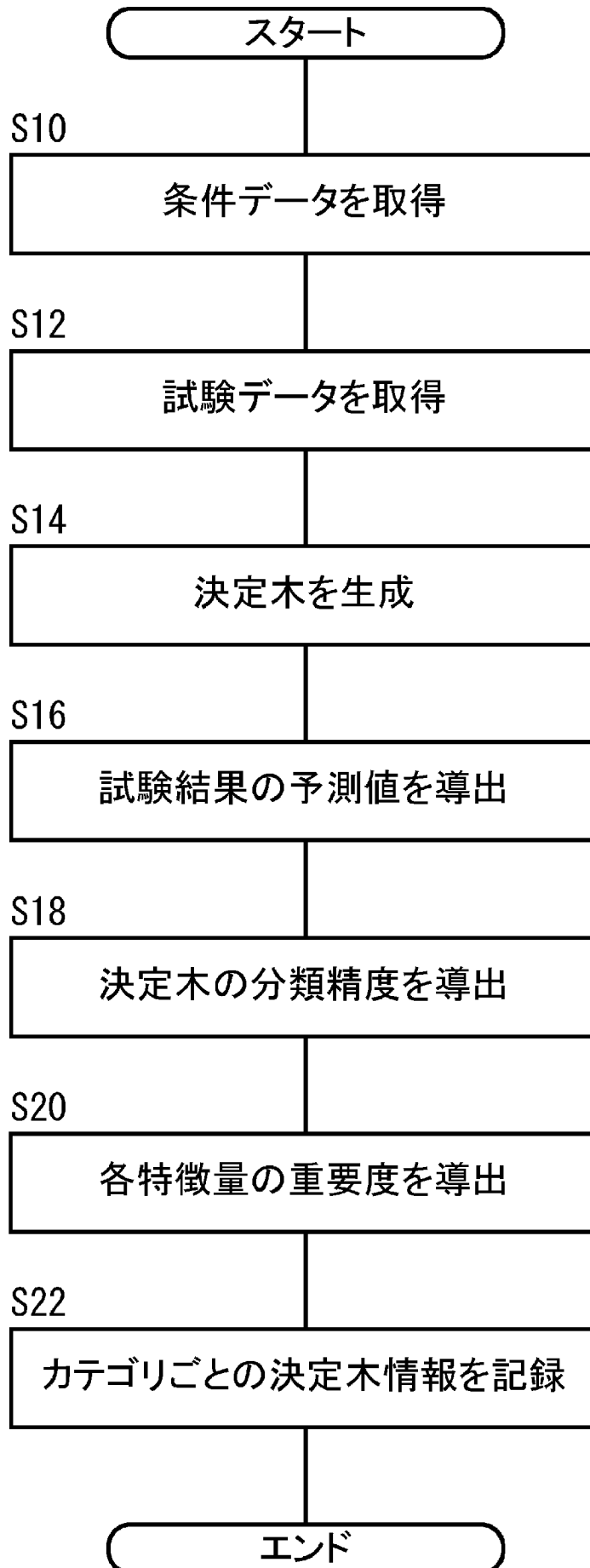
[図1]



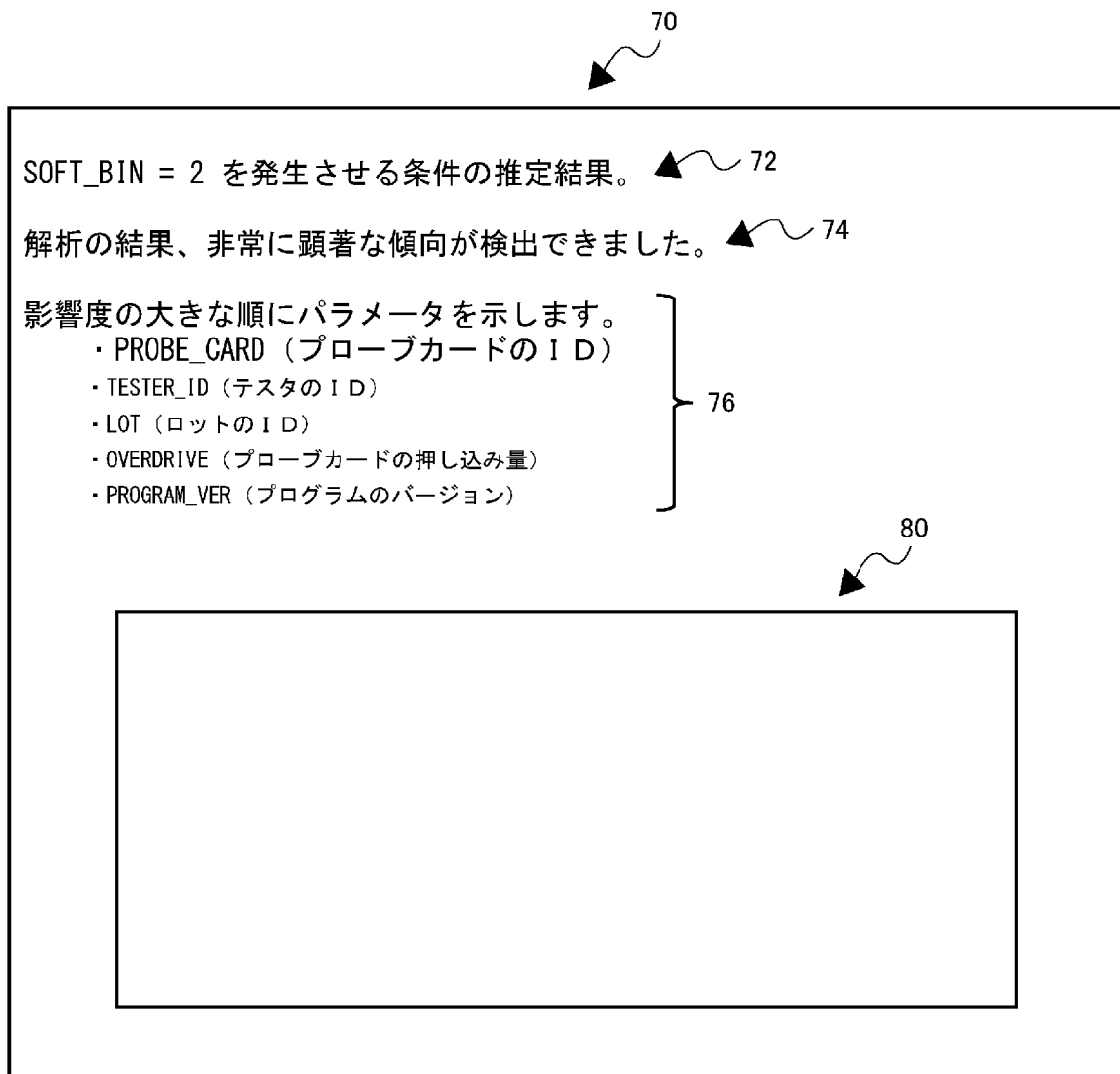
[図2]



[図3]



[図4]



[5]

LOT	OVERRDRIVE	TESTER_ID	PROGRAM_VER
13977		T32	PC03
13948		T86	PC01
14131	0.000008	T15	PC04
14043		T11	PC02
14114	0.000006		PC05
14197	0.000004		PC06
14310			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/008768

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01L 21/66</i> (2006.01) FI: H01L21/66 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) H01L21/66		
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.
A	JP 2020-123274 A (KANEKA CORP.) 13 August 2020 (2020-08-13) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2004-47939 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 12 February 2004 (2004-02-12) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2017-502500 A (KLA-TENCOR CORP.) 19 January 2017 (2017-01-19) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2009-2743 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 08 January 2009 (2009-01-08) entire text, all drawings	1-7
A	US 2019/0155164 A1 (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD.) 23 May 2019 (2019-05-23) entire text, all drawings	1-7
<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 06 May 2022		Date of mailing of the international search report 17 May 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/JP2022/008768

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-123274	A 13 August 2020	(Family: none)	
JP 2004-47939	A 12 February 2004	US 2004/0218806 A1 entire text, all drawings WO 2003/100405 A1	
JP 2017-502500	A 19 January 2017	US 2015/0125064 A1 entire text, all drawings WO 2015/066602 A1 TW 201525450 A KR 10-2016-0083055 A	
JP 2009-2743	A 08 January 2009	US 2008/0317329 A1 entire text, all drawings	
US 2019/0155164	A1 23 May 2019	CN 109813717 A entire text, all drawings TW 201923922 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/66(2006.01)i FI: H01L21/66 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）） H01L21/66 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
A	JP 2020-123274 A (株式会社カネカ) 13.08.2020 (2020-08-13) 全文、全図	1-7
A	JP 2004-47939 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 12.02.2004 (2004-02-12) 全文、全図	1-7
A	JP 2017-502500 A (ケーエルエーテンカー コーポレーション) 19.01.2017 (2017-01-19) 全文、全図	1-7
A	JP 2009-2743 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 08.01.2009 (2009-01-08) 全文、全図	1-7
A	US 2019/0155164 A1 (Taiwan Semiconductor Manufacturing Co., Ltd.) 23.05.2019 (2019-05-23) 全文、全図	1-7
<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、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 06.05.2022	国際調査報告の発送日 17.05.2022	
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） 田付 徳雄 5F 3243 電話番号 03-3581-1101 内線 3516	

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/JP2022/008768

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-123274 A	13.08.2020	(ファミリーなし)	
JP 2004-47939 A	12.02.2004	US 2004/0218806 A1 全文、全図 WO 2003/100405 A1	
JP 2017-502500 A	19.01.2017	US 2015/0125064 A1 全文、全図 WO 2015/066602 A1 TW 201525450 A KR 10-2016-0083055 A	
JP 2009-2743 A	08.01.2009	US 2008/0317329 A1 全文、全図	
US 2019/0155164 A1	23.05.2019	CN 109813717 A 全文、全図 TW 201923922 A	