

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-67095
(P2023-67095A)

(43)公開日 令和5年5月16日(2023.5.16)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 N 29/11 (2006.01)	G 0 1 N 29/11	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/48 (2006.01)	G 0 1 N 29/48	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全20頁)

(21)出願番号	特願2021-178076(P2021-178076)	(71)出願人	594123387 ヤマハファインテック株式会社 静岡県浜松市南区青屋町283番地
(22)出願日	令和3年10月29日(2021.10.29)	(74)代理人	100161207 弁理士 西澤 和純
		(74)代理人	100134359 弁理士 勝俣 智夫
		(74)代理人	100162868 弁理士 伊藤 英輔
		(74)代理人	100206391 弁理士 柏野 由布子
		(72)発明者	奈良 晃寛 静岡県浜松市南区青屋町283番地 ヤマハファインテック株式会社内
		(72)発明者	片山 広樹

最終頁に続く

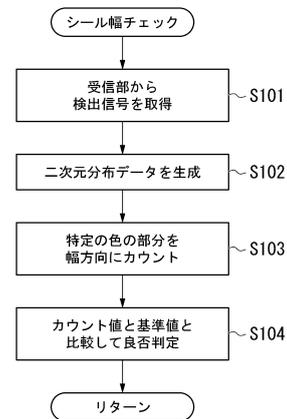
(54)【発明の名称】 検査方法及び検査装置

(57)【要約】

【課題】各種の形態で高い信頼度で良否判定が行える検査方法及び検査装置を提供する。

【解決手段】検査対象の長さ方向と幅方向を有する検査領域に対して送信部から送信された超音波を受信した信号強度を取得し、検査領域の長さ方向と幅方向に並ぶ複数の位置と当該位置における前記信号強度との関係を表す二次元分布データを生成し、二次元分布データにおける信号強度が第1範囲にある個数を、検査領域における前記幅方向に沿ってカウントし、カウントされた結果と第1基準値との比較結果に基づいて、良否判定をする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

検査対象の長さ方向と幅方向を有する検査領域に対して送信部から送信された超音波を受信した信号強度を取得し、

前記検査領域の長さ方向と幅方向に並ぶ複数の位置と当該位置における前記信号強度との関係を表す二次元分布データを生成し、

前記二次元分布データにおける前記信号強度が第 1 範囲にある個数を、前記検査領域における前記幅方向に沿ってカウントし、

前記カウントされた結果と第 1 基準値との比較結果に基づいて、良否判定をする

検査方法。

10

【請求項 2】

検査対象の長さ方向と幅方向を有する検査領域に対して送信部から送信された超音波を受信した信号強度を取得し、

前記検査領域の長さ方向と幅方向に並ぶ複数の位置と当該位置における前記信号強度との関係を表す二次元分布データを生成し、

前記二次元分布データのうち判定対象エリアにある複数の位置のうち前記信号強度が第 1 範囲にある個数をカウントし、

前記カウントされた結果と第 2 基準値との比較結果に基づいて、良否判定をする

検査方法。

【請求項 3】

前記判定対象エリアは、予め決められたエリアである請求項 2 に記載の検査方法。

20

【請求項 4】

検査対象の長さ方向と幅方向を有する検査領域に対して送信部から送信された超音波を受信した信号強度を取得し、

前記検査領域の長さ方向と幅方向に並ぶ複数の位置と当該位置における前記信号強度との関係を表す二次元分布データを生成し、

前記二次元分布データと、良品である検査対象を検査した二次元分布データを学習させた学習済みモデルに基づいて良否判定をする

検査方法。

【請求項 5】

前記二次元分布データと前記学習済みモデルに基づく二次元分布データとの相関を求め、その結果に基づいて良否判定をする請求項 4 に記載の検査方法。

30

【請求項 6】

前記二次元分布データと前記学習済みモデルに基づく二次元分布データとのそれぞれのヒストグラムの関係から良否判定をする請求項 4 に記載の検査方法。

【請求項 7】

前記学習済みモデルは、良品である検査対象を検査した二次元分布データを表すリファレンスデータを教師データとして機械学習を行うことで得られた学習済みモデルである

請求項 4 に記載の検査方法。

【請求項 8】

検査対象の検査領域に対して送信部から送信された超音波を受信した信号強度を取得し

40

、前記検査領域における位置と当該位置における前記信号強度との関係を表す二次元分布データを生成し、

前記生成された二次元分布データと、請求項 1 から請求項 7 のうち少なくともいずれか 1 つの検査方法に基づく検査を行った検査項目と、その検査結果とを表示装置に表示する検査方法。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のうちいずれか 1 項に記載の検査方法を実行する検査装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、検査方法及び検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

収容物を密閉状態で収容するパウチタイプの包装容器がある。このような包装容器は、シート部材またはフィルム部材の周縁部分を溶着または接着などによって接合することによって、袋状に形成される。包装容器の開口部は、包装容器の内部に収容物を収容した後に閉塞される。このような包装容器の接合状態を検査する検査装置として、例えば特許文献1に示されるように、超音波送信部と超音波受信部との間に検査対象の包装容器を配置し、超音波送信部から超音波を送信し、超音波受信部で受信した超音波を解析して検査を行うものが提案されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2020-27012号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に示される検査装置では、包装容器を相対的に移動させ、シール部分を長さ方向（外周に沿う方向）に沿って検査する場合がある。このような検査装置は、包装容器の長さ方向に沿った各位置における検査結果に基づいて、接合状態の良否を判定する。これにより、包装容器の長さ方向におけるいずれかの箇所において不良である検出結果が得られた場合には、正しく接合されていない箇所があることが検出され、その包装容器の検査結果は不良であると判定される。

20

【0005】

しかしながら、接合状態の不良には、包装容器の長さ方向に沿った不良ばかりでなく、接合箇所の溶着が接合面において全体的に不足している状態、接合箇所の溶着が過剰であるような状態、接合箇所に気泡が入り込んだような状態等、各種の形態がある。また、接合箇所の不良が検出された場合には、その要因を検討しやすいことが望ましい。

30

【0006】

また、特許文献1では、長さ方向において接合状態を検査する場合、接合箇所は幅方向（長さ方向に直交する方向）にもある程度の長さがある。そのため、長さ方向におけるいずれかの位置において接合状態が不良であったとしても、幅方向のいずれかの位置において正しく接合されている場合には、接合部が剥離しておらず、良品として扱える場合がある。しかし、特許文献1の方法では、正確に良否判定を行うことは困難な場合がある。

【0007】

上述の課題を鑑み、本発明は、様々な接合状態を考慮して良否判定を行うことができる検査方法及び検査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】

40

【0008】

本発明の一態様に係る検出方法は、検査対象の長さ方向と幅方向を有する検査領域に対して送信部から送信された超音波を受信した信号強度を取得し、前記検査領域の長さ方向と幅方向に並ぶ複数の位置と当該位置における前記信号強度との関係を表す二次元分布データを生成し、前記二次元分布データにおける前記信号強度が第1範囲にある個数を、前記検査領域における前記幅方向に沿ってカウントし、前記カウントされた結果と第1基準値との比較結果に基づいて、良否判定をする検査方法である。

【0009】

本発明の一態様に係る検出方法は、検査対象の長さ方向と幅方向を有する検査領域に対して送信部から送信された超音波を受信した信号強度を取得し、前記検査領域の長さ方向

50

と幅方向に並ぶ複数の位置と当該位置における前記信号強度との関係を表す二次元分布データを生成し、前記二次元分布データのうち判定対象エリアにある複数の位置のうち前記信号強度が第1範囲にある個数をカウントし、前記カウントされた結果と第2基準値との比較結果に基づいて、良否判定をする検査方法である。

【0010】

本発明の一態様に係る検出方法は、検査対象の長さ方向と幅方向を有する検査領域に対して送信部から送信された超音波を受信した信号強度を取得し、前記検査領域の長さ方向と幅方向に並ぶ複数の位置と当該位置における前記信号強度との関係を表す二次元分布データを生成し、前記二次元分布データと、良品である検査対象を検査した二次元分布データを表すリファレンスデータとの相関関係に基づいて良否判定をする検査方法である。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、二次元分布データにおける信号強度が基準となる範囲に属する領域の幅方向の長さによる良否判定を行うシール幅チェックと、判定対象エリアにおける特定色の面積による良否判定を行う面積チェックと、リファレンスデータとの相関を用いた良否判定を行う相関チェックとにより、様々な接合状態を考慮して良否判定を行うことができる。また、本発明によれば、不良が検出された場合にその要因の検討がしやすくなり、接合箇所の不良が検出された場合の対処も容易となる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

20

【図1】本発明の実施形態における超音波検査システムの構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態における超音波検査システムにおける表示装置の表示画面の一例の説明図である。

【図3】検査対象物である包装容器の説明図である。

【図4】本発明の実施形態における超音波検査システムにおいてシール幅チェックで行われる処理を示すフローチャートである。

【図5】信号強度と設定される色信号との関係を示す図である。

【図6A】シール幅チェックの説明図である。

【図6B】シール幅チェックの説明図である。

30

【図7】本実施形態における面積チェックでの処理を示すフローチャートである。

【図8A】面積チェックの説明図である。

【図8B】面積チェックの説明図である。

【図9A】判定対象エリアの設定の説明図である。

【図9B】判定対象エリアの設定の説明図である。

【図10】本実施形態における相関チェックでの処理を示すフローチャートである。

【図11A】相関チェックの説明図である。

【図11B】相関チェックの説明図である。

【図12】本発明の実施形態における相関チェックでヒストグラムの相関を求める場合の処理を示すフローチャートである。

40

【図13A】ヒストグラムの相関を用いた良否判定の説明図である。

【図13B】ヒストグラムの相関を用いた良否判定の説明図である。

【図13C】ヒストグラムの相関を用いた良否判定の説明図である。

【図14】本発明の実施形態における超音波検査システムでの良否判定処理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】

【0013】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。図1は、実施形態における超音波検査システム1の構成例を示すブロック図である。超音波検査システム1は、超音波を用いて検査対象物である包装容器40を検査する。図1に示す例において、超音波

50

検査システム 1 は、表示装置 1 0、超音波検査装置 2 0 及び搬送装置 3 0 を備える。

【 0 0 1 4 】

表示装置 1 0 は、超音波検査装置 2 0 の制御部 2 2 から出力される超音波検査に関する各種情報を表示する。図 2 は、本実施形態に係る超音波検査システム 1 における表示装置 1 0 の表示画面の一例である。図 2 に示すように、表示装置 1 0 の表示画面には、超音波画像表示エリア 1 0 1 と、検査結果表示エリア 1 0 2 とが含まれる。超音波画像表示エリア 1 0 1 には、受信部 2 8 によって受信した受信結果に基づく二次元画像（二次元分布データ）が表示される。検査結果表示エリア 1 0 2 には、シール幅チェックの判定結果 1 0 3 a と、面積チェックの判定結果 1 0 3 b と、相関チェックの判定結果 1 0 3 c と、総合判定結果 1 0 3 d とが表示される。

10

【 0 0 1 5 】

図 1 において、搬送装置 3 0 は、包装容器 4 0 を搬送する。搬送装置 3 0 は、例えば、ベルトコンベヤである。搬送装置 3 0 のベルト 3 2 には、検査対象物の包装容器 4 0 が搬置される。搬送装置 3 0 は、内部に設けられたローラ 3 1（ローラ 3 1 a、3 1 b）を回転させることにより、ベルト 3 2 を駆動させ、送信部 2 6 と受信部 2 8 との間にある所定の検査位置に検査対象物の包装容器 4 0 を搬送する。ローラ 3 1 の回転は、例えば、超音波検査装置 2 0 の図示しない駆動制御部により制御される。

【 0 0 1 6 】

包装容器 4 0 は、超音波検査装置 2 0 が検査する対象物である。包装容器 4 0 は、例えばシート部材における周縁部 4 1 を接合して形成された包装容器であり、レトルト食品、飲料水などをパウチタイプの包装容器として用いられる。図 3 は、検査対象物である包装容器 4 0 の説明図である。図 3 には、包装容器 4 0 の一部が図示されている。図 3 に示すように、包装容器 4 0 は、周縁部 4 1 と収容領域 4 2 とがある。収容領域 4 2 は、収容物を封入可能な袋状の領域である。周縁部 4 1 は、包装容器 4 0 の周縁の領域であり、接合される領域である。包装容器 4 0 において検査領域となる箇所は、例えば包装容器を構成する二つのシート部材が接合されるべき周縁部 4 1 の接合箇所である。

20

【 0 0 1 7 】

図 1 において、超音波検査装置 2 0 は、超音波を送信し、包装容器 4 0 を透過した超音波に基づいて包装容器 4 0 を検査するコンピュータである。超音波検査装置 2 0 は、例えば、操作部 2 1、制御部 2 2、信号制御部 2 3、送信制御部 2 4、受信処理部 2 5、送信部 2 6、受信部 2 8 を備える。

30

【 0 0 1 8 】

超音波検査装置 2 0 は、CPU（Central Processing Unit）等のプロセッサと、プロセッサが実行するプログラムを格納するプログラムメモリとを備えるコンピュータである。超音波検査装置 2 0 を構成する機能部（操作部 2 1、制御部 2 2、信号制御部 2 3、送信制御部 2 4、受信処理部 2 5、送信部 2 6、受信部 2 8）は、例えば CPU（Central Processing Unit）などのプロセッサがプログラムメモリに格納されたプログラムを実行することにより実現される。また、これらの機能部のうち一部または全部は、LSI（Large Scale Integration）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）、または FPGA（Field-Programmable Gate Array）などのハードウェアにより実現されてもよい。

40

【 0 0 1 9 】

操作部 2 1 は、キーボード、マウスなどで構成され、超音波検査に関する各種情報を入力したり設定したりするために用いられる。操作部 2 1 は、入力された各種情報を制御部 2 2 に出力する。

【 0 0 2 0 】

制御部 2 2 は、超音波検査装置 2 0 を統括的に制御する。制御部 2 2 は、例えば、操作部 2 1 から入力された各種情報、及び、信号制御部 2 3 からの情報を表示装置 1 0 に送信する。

【 0 0 2 1 】

50

信号制御部 2 3 は、送信部 2 6 から送信する超音波を制御するための信号を生成する。送信する超音波は、例えば、パースト信号である。信号制御部 2 3 は、例えば、送信する超音波の送信タイミングと強度に応じたパースト信号を生成する。信号制御部 2 3 は、生成した信号を送信制御部 2 4 に出力する。

【 0 0 2 2 】

また、信号制御部 2 3 は、受信部 2 8 によって受信された信号を受信処理部 2 5 を介して取得する。信号制御部 2 3 は、取得した信号から二次元分布データを生成し、この二次元分布データに基づく画像を生成する。ここで、二次元分布データは、検査領域の長さ方向と幅方向に並ぶ複数の位置と、この位置における信号強度との関係を表す画像データである。

10

【 0 0 2 3 】

また、信号制御部 2 3 は、取得した二次元分布データを用いて解析を行い、解析結果を制御部 2 2 に出力する。本実施形態では、信号制御部 2 3 は、シール幅チェックと、面積チェックと、相関チェックと、これらを用いた総合的な良否判定を行うことができる。

【 0 0 2 4 】

また、信号制御部 2 3 は、解析した結果に基づいて、検査領域の画像と、検査領域となる接合箇所の欠陥の有無を判定し、判定した結果を制御部 2 2 に出力する。制御部 2 2 は、信号制御部 2 3 から取得した判定した結果を表示装置 1 0 に表示させる。

【 0 0 2 5 】

送信制御部 2 4 は、信号制御部 2 3 からのパースト信号に応じて、所定の周波数のパースト波を生成し、生成したパースト波を送信部 2 6 に出力する。送信部 2 6 は、このパースト波を超音波振動に変換し、超音波として出力する。

20

【 0 0 2 6 】

受信部 2 8 は、複数の超音波センサが一次元または二次元に配列され、送信部 2 6 から送信された超音波を受信する。送信部 2 6 からの超音波は、包装容器 4 0 の周縁部 4 1 を介して、受信部 2 8 に到達する。受信部 2 8 に配置された各超音波センサは、受信した超音波をアナログの電気信号である検出信号に変換する。そして、受信部 2 8 は、各超音波センサの検出信号を受信処理部 2 5 に送る。

【 0 0 2 7 】

ここで、受信部 2 8 における超音波センサが一次元に配置される場合には、周縁部 4 1 における幅方向に沿うように配置される。そして、受信部 2 8 に対して包装容器 4 0 を長さ方向に相対的に移動させつつ、送信部 2 6 から送信された超音波を受信部 2 8 が受信する。これにより、周縁部 4 1 を全面的に亘って検査を行う。また、受信部 2 8 における超音波センサが二次元に配置される場合には、例えば、受信部 2 8 は、周縁部 4 1 の領域の広さと同程度の広さとなるように、複数の超音波センサが二次元方向に並べられる。そして、周縁部 4 1 の領域と受信部 2 8 の領域とが重なる位置まで包装容器 4 0 が搬送装置 3 0 によって搬送され停止される。そして送信部 2 6 から超音波が送信され、受信部 2 8 によって受信される。受信部 2 8 における超音波センサが一次元に配列される場合、二次元に配列される場合であっても、周縁部 4 1 の領域を全面に亘って検査することができる。

30

【 0 0 2 8 】

受信処理部 2 5 は、受信部 2 8 により受信されたアナログの検出信号を取得し、信号の増幅、等化処理等を行い、A D (アナログ - デジタル) 変換を行うことでデジタルの検出信号に変換して、信号制御部 2 3 に送る。

40

信号制御部 2 3 は、受信処理部 2 5 から出力された検出信号から二次元分布データを生成し、この二次元分布データに基づいて画像を生成する。ここでは、信号制御部 2 3 は、1 つの超音波センサの検出信号に応じた値の画素値とし、二次元分布データにおける二次元の領域に対し、検出信号が受信された位置に従って当該画素を配置することによって、二次元分布データを生成する。なお、受信部 2 8 の検出信号から二次元分布データを生成する際、画素の補間処理を行っても良い。

【 0 0 2 9 】

50

次に、本実施形態における接合箇所の良否検査について詳述する。本実施形態における接合箇所の良否検査では、シール幅チェックと、面積チェックと、相関チェックとが行われる。以下、それぞれの良否判定について説明する。

【0030】

まず、シール幅チェックについて説明する。シール幅チェックは、受信部28の検出信号から生成された二次元分布データの画像から、検出信号の信号強度がある基準となる範囲に属する画素（ポイント）の個数を幅方向にカウントし、このカウント値から、包装容器40の接合箇所の良否を判定するものである。ここで、幅方向は、図3に示すように、包装容器40の収容領域42から周縁部41に向かう方向である。また、長さ方向は、包装容器40の外周に沿う方向である。幅方向と長さ方向は直交している。また、ポイントの個数（ポイント数）は、図3における長さ方向の長さや、幅方向の長さを示す指標であり、例えば画素の個数を用いることができる。すなわち、画素の個数をカウントした結果をポイント数として用いることができる。前述したように、受信処理部25からの検出信号から、検査対象となる周縁部41の二次元分布データが生成され、この二次元分布データに基づいて、図2における超音波画像表示エリア101で示すような画像が生成される。したがって、図3における長さ方向の長さは、超音波画像表示エリア101で示すような画像の水平方向の画素数に対応し、幅方向の長さは垂直方向の画素数に対応する。また、受信部28の検出信号を補間している場合には、ポイント数と画素数とは、対応する数となる。

10

【0031】

図4は、実施形態における超音波検査システム1においてシール幅チェックで行われる処理を示すフローチャートである。

20

（ステップS101）信号制御部23は、送信部26により包装容器40の検査領域に超音波を送信させ、受信部28からの検出信号を取得する。ここでは、信号制御部23は、受信部28から、一次元または二次元に配列された各超音波センサの検出信号をラインごとにスキャンすることで読み出す。

【0032】

（ステップS102）信号制御部23は、受信部28の各センサの検出信号の信号強度に応じて色を設定し、二次元分布データを生成する。図5は、信号強度と設定される色信号との関係を示す図である。この例では、図5に示すように、信号強度がVa以上の場合には赤色（R）に設定し、信号強度がVa未満であってVb以上の場合には緑色（G）に設定し、信号強度がVb未満の場合には青色（B）に設定して、二次元分布データからRGB画像を生成している。ここでは、二次元分布データにおいて各画素を信号強度に応じた色によって表示することによって、視覚によって検査結果が認識しやすい。

30

【0033】

（ステップS103）信号制御部23は、生成された二次元分布データの画像から、特定の色（例えば、緑または青）であるポイントの個数を、検査領域における幅方向に沿ってカウントする。

【0034】

（ステップS104）信号制御部23は、特定の色となる部分を幅方向にカウントしたカウント値と基準値とを比較し、この比較結果に基づいて良否判定を行う。

40

【0035】

図6A及び図6Bは、シール幅チェックの説明図である。図6Aに示すように、包装容器40の周縁部41を接合した際に、接合箇所401に隙間402が生じたと想定する。このような包装容器40の周縁部41に対して、受信部28の検出信号から二次元分布データが生成され、超音波画像表示エリア101の画像110aが生成される。なお、このとき、図5に示したように、信号強度がVa以上の場合には赤色（R）に設定し、信号強度がVa未満Vb以上の場合には緑色（G）に設定し、信号強度がVb未満の場合には青色（B）に設定して、RGB画像を生成する。検査領域に欠陥が生じている場合と生じていない場合とにおいて、透過する超音波の強度が異なるため、図6Aに示すような包装容

50

器 4 0 から得られた受信部 2 8 の検出信号から二次元分布データを生成すると、図 6 B に示すような画像 1 1 0 a が生成される。すなわち、包装容器 4 0 の周縁部 4 1 の接合箇所 4 0 1 の中で接合が十分に行われている部分は、検出信号が所定値以上になるので緑色 (G) となり、隙間 4 0 2 に対応する部分の画像 1 1 1 は、検出信号が弱くなり、青色 (B) となる。

【 0 0 3 6 】

このような欠陥は、緑色となる幅方向の長さが基準値以下か否かにより判定できる。つまり、図 6 B に示すように、検査領域の画像中で緑色 (G) となる部分 (信号強度が第 1 範囲 (V a ~ V b) にある) の幅方向の長さを計測していくと、隙間 4 0 2 が発生していない部分では幅方向の長さ L a は基準値 L t h (第 1 の基準値) 以上であるが (L a > L t h)、隙間 4 0 2 が発生している部分の画像 1 1 1 では幅方向の長さ L b は基準値 L t h 以下となる (L b < L t h)。このことから、特定色 (例えば緑色) の部分を幅方向にカウントし、このカウント値と基準値 L t h とを比較することで、良否判定を行うことができる。すなわち、この例では、緑色の部分の幅方向のカウント値が基準値 L t h 以下となった場合に、不良と判定できる。

10

【 0 0 3 7 】

なお、上述の説明では、緑色 (G) の領域に属するポイント数を幅方向にカウントし、このカウント値に基づいて良否判定を行っているが、青色 (B) の領域に属するポイント数を幅方向にカウントし、このカウント値に基づいて良否判定を行っても良い。この場合、青色 (B) の部分の幅方向のカウント値が基準値以上となった場合に、不良と判定できる。

20

【 0 0 3 8 】

また、特定色となる幅方向の長さを基準値と比較する場合、同一列にある全体の特定色のポイント数をカウントする場合と、同一列にある特定色の中で連続しているポイント数だけをカウントする場合とが考えられる。同一列にある特定色の中で連続しているポイント数だけをカウントすることで、接合箇所 4 0 1 の中に生じた欠陥を検出できる。

【 0 0 3 9 】

このように、シール幅チェックを行うことで、接合箇所 4 0 1 に隙間 4 0 2 が生じてしまったような欠陥を検出できる。その他、接合箇所 4 0 1 の幅方向において全体的に狭くなっている場合や、接合箇所 4 0 1 に著しい不良箇所があるような場合にも、シール幅チェックを行うことで、接合箇所 4 0 1 の欠陥を検出できる。

30

【 0 0 4 0 】

次に、面積チェックについて説明する。面積チェックは、受信部 2 8 の検出信号から生成された二次元分布データの画像の中で、判定対象エリアを設定し、判定対象エリア内の特定色に属するポイントのカウント値の総数から、包装容器 4 0 の接合状態の良否を判定するものである。面積チェックでは、以下にフローチャートで示すような処理が行われる。

【 0 0 4 1 】

図 7 は、本実施形態における面積チェックでの処理を示すフローチャートである。

(ステップ S 2 0 1) 信号制御部 2 3 は、送信部 2 6 により包装容器 4 0 の検査領域に超音波を送信させ、受信部 2 8 からの検出信号を取得する。前述したように、受信部 2 8 からは、一次元または二次元に配列された各超音波センサの検出信号がラインごとにスキャンして読み出される。

40

【 0 0 4 2 】

(ステップ S 2 0 2) 信号制御部 2 3 は、受信部 2 8 の各センサの検出信号の信号強度に応じて色を設定して、二次元分布データを生成する。この例では、図 5 に示したように、信号強度が V a 以上の場合には赤色に設定し、信号強度が V a 未満 V b 以上の場合には緑色に設定し、信号強度が V b 未満の場合には青色に設定して、 R G B からなる二次元分布データの画像を生成している。

【 0 0 4 3 】

50

(ステップ S 2 0 3) 信号制御部 2 3 は、判定対象エリアを設定し、判定対象エリア内にある特定色のポイントの個数をカウントする。

【 0 0 4 4 】

(ステップ S 2 0 4) 信号制御部 2 3 は、判定対象エリア内にある特定色の部分のポイントの個数と、基準値とを比較して、良否を判定する。

【 0 0 4 5 】

図 8 A 及び図 8 B は、面積チェックの説明図である。図 8 A に示すように、接合部分は、幅方向における接合箇所 4 0 1 の幅が幅方向における半分以下程度であり、このような幅が狭い接合部分が長さ方向に亘って全体的に広がっている。そのため、周縁部 4 1 においては、全体的に接合が不十分である。面積チェックでは、判定対象エリアの中の特定色 (例えば緑色 (G)) の部分の面積により良否判定を行っている。

10

【 0 0 4 6 】

具体的には、図 8 A に示すような包装容器 4 0 から二次元分布データを生成し、超音波画像表示エリア 1 0 1 の画像 1 1 0 b を表示させると、図 8 B に示すような超音波画像表示エリア 1 0 1 の画像 1 1 0 b が表示される。図 8 B に示すように、面積チェックの処理では、判定対象エリア A R を設定し、この判定対象エリア A R 中の緑色 (G) の領域 (信号強度が V a 未満 V b 以上の部分) のポイント数をカウントし、その画素の個数を基準値 (第 2 の基準値) と比較する処理が行われる。そして、判定対象エリア A R 中の緑色 (G) の領域内のポイント個数と、基準値との比較結果に基づいて、良否が判定される。例えば、判定対象エリア A R 中の緑色 (G) の領域のポイント数が基準値以上なら良品と判定し、カウント値のポイント数が基準値未満なら不良と判定できる。

20

【 0 0 4 7 】

面積チェックにおける良品として許容できる限度は、基準値の設定値を変えることで、設定することができる。

【 0 0 4 8 】

また、判定対象エリア A R は、予め決められたエリアであってもよい。より具体的に、判定対象エリア A R の領域のサイズは、予め決められたサイズであっても良い。判定対象エリア A R が設定される位置は、検査領域のうち予め決められた位置に設定されても良い。また、判定対象エリア A R の大きさや位置を変更しても良い。また、包装容器 4 0 は、常に同じ位置に置かれるとは限らない。包装容器 4 0 の位置がずれると、検査中の接合箇所 4 0 1 に対する判定対象エリア A R の位置が動くことになる。そこで、包装容器 4 0 の位置に追従させて、判定対象エリア A R の位置を動かすようにしても良い。

30

【 0 0 4 9 】

なお、この例では、判定対象エリア A R 内の緑色 (G) の領域に属するポイント数をカウントし、そのポイント数を基準値と比較しているが、判定対象エリア A R 内の青色 (B) に属するポイント数をカウントしても良い。この場合、判定対象エリア A R 内の青色 (B) に属するポイント数と基準値とを比較し、ポイント数が基準値以上なら、不良と判定することができる。

【 0 0 5 0 】

また、面積チェックは、判定対象エリアの設定により各種の欠陥を検出できる。このことについて、以下に説明する。

40

【 0 0 5 1 】

図 9 A 及び図 9 B は、判定対象エリアの設定の説明図である。例えば、図 9 A に示すように、包装容器 4 0 の周縁部 4 1 を接合した際に、周縁部 4 1 の接合箇所 4 0 1 に、汁等の食品具材が入り込み、気泡による不良箇所 4 1 0 が生じることが想定される。このような欠陥は、判定対象エリア A R を適宜設定して、その判定対象エリア A R 内での特定の色となる部分の面積を判定することで、良否判定を行うことができる。

【 0 0 5 2 】

すなわち、不良箇所 4 1 0 が生じている包装容器 4 0 から二次元分布データを生成し、超音波画像表示エリア 1 0 1 の画像 1 1 0 c を表示させると、図 9 B に示すように、周縁

50

部 4 1 の接合箇所 4 0 1 は殆ど緑色 (G) となるが、その中で不良箇所 4 1 0 に相当する画像部分 1 1 2 では青色 (B) となる。このことから、面積チェックでは、緑色 (G) に属する領域の中に青色 (B) となっている領域があるかを検出し、緑色 (G) に属する領域の中に青色 (B) となっている領域を判定対象エリア A R として設定し、この判定対象エリア A R 内の青色 (B) の領域に属するポイント数をカウントする処理が行われる。そして、判定対象エリア A R 内の青色 (B) の領域に属するポイントの個数と基準値とが比較され、この比較結果に応じて良否判定が行われる。緑色 (G) に属する領域の中に青色 (B) に属する領域を判定対象エリア A R として設定し、この判定対象エリア A R 内の青色 (B) の領域に属するポイント数をカウントした場合、そのカウント値が不良箇所 4 1 0 の面積に対応する。したがって、判定対象エリア A R 内の青色 (B) の領域に属するポイントの個数が基準値より大きければ、大きな面積の不良箇所 4 1 0 が発生しており、不良品であると判定できる。

10

【 0 0 5 3 】

次に、関連チェックについて説明する。関連チェックは、見本となる良品の包装容器の二次元分布データと検査結果を表す二次元分布データとの関連を用いて、包装容器 4 0 の接合状態の良否判定を行うものである。関連チェックでは、以下にフローチャートで示すような処理が行われる。

【 0 0 5 4 】

図 1 0 は、本実施形態における関連チェックでの処理を示すフローチャートである。

(ステップ S 3 0 1) 信号制御部 2 3 は、送信部 2 6 により包装容器 4 0 の接合箇所 4 0 1 に超音波を送信させ、受信部 2 8 からの検出信号を取得する。前述したように、受信部 2 8 からは、一次元または二次元に配列された各超音波センサの検出信号がラインごとにスキャンして読み出される。

20

【 0 0 5 5 】

(ステップ S 3 0 2) 信号制御部 2 3 は、受信部 2 8 の各センサの検出信号の信号強度に応じて色を設定して、二次元分布データを生成する。この例では、図 5 に示したように、信号強度が V_a 以上の場合には赤色 (R) に設定し、信号強度が V_a 未満 V_b 以上の場合には緑色 (G) に設定し、信号強度が V_b 未満の場合には青色 (B) に設定して、二次元分布データを生成している。

【 0 0 5 6 】

(ステップ S 3 0 3) 信号制御部 2 3 は、リファレンスデータの画像を読み出し、受信部 2 8 の検出信号から生成された二次元分布データの画像とリファレンスデータの画像との関連を判定する。

30

【 0 0 5 7 】

(ステップ S 3 0 4) 信号制御部 2 3 は、受信部 2 8 の検出信号から生成された二次元分布データの画像とリファレンスデータの画像との相関値に基づいて、接合箇所 4 0 1 の良否を判定する。

【 0 0 5 8 】

図 1 1 A 及び図 1 1 B は、関連チェックの説明図である。本実施形態における超音波検査システム 1 では、各種の製品毎の良否検査が行われる。関連チェックでは、図 1 1 A に示すように、製品毎の良品の包装容器 4 0 a が予め見本として用意される。そして、この見本となる良品の包装容器 4 0 a の周縁部 4 1 a の接合部 4 0 1 a を用いて、図 1 1 B に示すように、良品のときのリファレンスパターンの二次元分布データの画像 1 1 0 d が予め生成されて保存される。

40

【 0 0 5 9 】

関連チェックでは、信号制御部 2 3 は、このリファレンスパターンの二次元分布データの画像 1 1 0 d を読み出し、受信部 2 8 の検出信号から生成された二次元分布データの画像と、リファレンスパターンの二次元分布データの画像 1 1 0 d との相関を求める。そして、信号制御部 2 3 は、相関値が大きければ良品と判定する。

【 0 0 6 0 】

50

相関チェックにおける判定は、例えばリファレンスパターンの二次元分布データの画像 110d に対して、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データの画像を相対的に上下方向、左右方向にずらしながら、リファレンスパターンの二次元分布データの画像 110d と受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データの画像と対応する位置における画素毎の乗算を行い、これの乗算値の積分することで判定できる。すなわち、リファレンスパターンの二次元分布データの画像 110d を受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データの画像に対して相対的に上下方向、左右方向にずらしながら、両者の二次元分布データの画像を対応する位置において画素毎に乗算して積分していくと、両者の二次元分布データのパターンが概ね一致する位置において、大きな積分値が得られる。これに対して、相関が低い場合には、リファレンスパターンの二次元分布データの画像を、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データの画像に対して相対的に上下方向、左右方向にずらしながら、両者の二次元分布データの画像を対応する位置において画素毎に乗算して積分していても、両者の二次元分布データのパターンが殆ど一致しないため、大きな積分値は得られない。

10

【0061】

なお、上述の例では、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データの画像とリファレンスパターンの画像との相関を求めているが、生成された二次元分布データの画像のヒストグラムとリファレンスパターンの画像のヒストグラムとの相関を求めるようにしても良い。ヒストグラムとの相関を求めると、更に、各種の欠陥を検出できる。

20

【0062】

図 12 は、本実施形態における相関チェックでヒストグラムの相関を求める場合の処理を示すフローチャートである。

(ステップ S401) 信号制御部 23 は、送信部 26 により包装容器 40 の検査領域に超音波を送信させ、受信部 28 からの検出信号を取得する。前述したように、受信部 28 からは、一次元または二次元に配列された各超音波センサの検出信号がラインごとにスキャンして読み出される。

【0063】

(ステップ S402) 信号制御部 23 は、受信部 28 の各センサの検出信号から得られた二次元分布データの画像から、信号強度に応じたヒストグラムを生成する。

30

【0064】

(ステップ S403) 信号制御部 23 は、予め用意されているリファレンスデータの画像のヒストグラムを読み出し、生成された二次元分布データの画像のヒストグラムと、リファレンスデータの画像のヒストグラムとの相関を算出する。

【0065】

(ステップ S404) 信号制御部 23 は、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データの画像のヒストグラムと、リファレンスデータの画像のヒストグラムの相関値に基づいて、接合箇所 401 の良否を判定する。

【0066】

図 13A、図 13B 及び図 13C は、ヒストグラムの相関を用いた良否判定の説明図である。図 13A に示すように、包装容器 40b の周縁部 41b を接合した際に、接合箇所 401b の部分の溶着の度合いが過剰であり、良品とすることができる溶着の度合いを超えている場合が想定される。このような欠陥は、リファレンスパターンのヒストグラムとの相関を用いることで検出できる。

40

【0067】

すなわち、包装容器 40b として、ある素材が用いられる場合、通常では、接合箇所の部分の溶着では材料の繊維成分が残っている。これに対して、接合箇所の部分の溶着が過剰の場合には、材料の繊維が溶け出していると考えられる。材料の繊維成分が残っている場合と、材料の繊維が溶け出している場合とでは、超音波の透過率は異なってくる。このことから、通常の接合箇所と、溶着が過剰な接合箇所とでは、受信部 28 の検出信号から得られる二次元分布データの画像のヒストグラムは異なってくる。例えば、図 11A で示

50

した見本となる包装容器 40 a の接合部 401 a では、受信部 28 からの信号の二次元分布データの画像のヒストグラムは、図 13 B に示すようなものとなる。これに対して、図 13 A で示す溶着が過剰な包装容器 40 b の周縁部 41 b における接合箇所 401 b では、受信部 28 からの信号の二次元分布データの画像のヒストグラムは、図 13 C に示すようなものとなる。なお、図 13 B 及び図 13 C において、横軸は信号レベルを示し、縦軸は度数を示す。

【0068】

この例では、前述したように、良品となるときの包装容器 40 a が予め見本として用意される。そして、この見本となる良品の包装容器 40 a を用いて、図 13 B に示すようなリファレンスパターンの二次元分布データのヒストグラムが予め生成されて保存される。

10

【0069】

リファレンスデータのヒストグラムの相関を用いた良否判定では、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データの画像のヒストグラムと、図 13 B に示したような見本となる包装容器 40 a のリファレンスパターンの画像のヒストグラムとの相関を求め、この相関値が大きければ良品と判定するような処理が行われる。

【0070】

以上のように、相関チェックでは、様々な形態の欠陥を検出して、接合部の良否判定を行える。また、リファレンスデータのヒストグラムの相関を検出すると、接合箇所の部分の溶着が過剰であるような欠陥を検出できる。更に、機械学習を用いると、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データから、各種の欠陥を検出できる。

20

【0071】

すなわち、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データから接合箇所の良否を判定するモデルが作成され、良品のリファレンスパターンを教師データとして、このモデルの学習（例えば機械学習）が行われる。そして、信号制御部 23 は、この学習済みモデルに、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データを入力することで、接合箇所の良否を判定した判定結果を得ることができる。

また、学習済みモデルを得る場合、良品と判定された検査結果における二次元分布データを複数収集し、これら二次元分布データを教師データとして学習させることで学習済みモデルを生成するようにしてもよい。そして、良品と判定された二次元分布データを学習した学習済みモデルを用いて、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データにおいて、接合箇所の良否を判定した判定結果を得ることができる。

30

これら学習済みモデルを用いて良否判定をする場合、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データと学習済みモデルに基づく二次元分布データとの相関または、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データと学習済みモデルに基づく二次元分布データとのヒストグラムの関係に基づいて判定してもよい。

【0072】

上述のように、本実施形態に係る超音波検査システム 1 では、シール幅チェックと、面積チェックと、相関チェックとが行われる。制御部 22 は、これらの中の少なくとも 1 つの判定結果を基に、総合的な良否判定を行い、表示装置 10 によりユーザに知らせることができる。

40

【0073】

図 14 は、実施形態における超音波検査システム 1 での良否判定処理を示すフローチャートである。

(ステップ S501) 制御部 22 は、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データから生成された画像を表示装置 10 に表示する。

【0074】

(ステップ S502) 信号制御部 23 は、受信部 28 の検出信号から生成された二次元分布データを用いて、シール幅チェックを行い、結果を制御部 22 に送る。

【0075】

(ステップ S503) 制御部 22 は、シール幅チェックの検査結果を表示装置 10 に表

50

示する。

【 0 0 7 6 】

(ステップ S 5 0 4) 信号制御部 2 3 は、受信部 2 8 の検出信号から生成された二次元分布データを用いて、面積チェックを行い、結果を制御部 2 2 に送る。

【 0 0 7 7 】

(ステップ S 5 0 5) 制御部 2 2 は、面積チェックの検査結果を表示装置 1 0 に表示する。

【 0 0 7 8 】

(ステップ S 5 0 6) 信号制御部 2 3 は、受信部 2 8 の検出信号から生成された二次元分布データを用いて、相関チェックを行い、結果を制御部 2 2 に送る。

【 0 0 7 9 】

(ステップ S 5 0 7) 制御部 2 2 は、相関チェックの検査結果を表示装置 1 0 に表示する。

【 0 0 8 0 】

(ステップ S 5 0 8) 信号制御部 2 3 は、シール幅チェックの結果と、面積チェックの結果と、相関チェックの結果の中の少なくとも 1 つの判定結果を基に、総合的な良否判定を行い、制御部 2 2 はその総合判定結果を表示装置 1 0 に表示する。

【 0 0 8 1 】

以上のように、本実施形態に係る超音波検査システム 1 では、シール幅チェックと、面積チェックと、相関チェックとが行われ、これらのチェック結果から、総合的な良否判定が行われる。そして、図 2 に示したように、表示装置 1 0 の表示画面には、検査中の二次元分布データによる画像(超音波画像表示エリア 1 0 1)とともに、シール幅チェックと、面積チェックと、相関チェックの検査項目と検査結果(判定結果 1 0 3 a ~ 1 0 3 c、総合判定結果 1 0 3 d)が表示される。本実施形態では、シール幅チェックの結果と、面積チェックの結果と、相関チェックの結果との組み合わせから、総合的な良否判定を行うことから、信頼性の高い良否判定が行える。また、シール幅チェックの判定結果 1 0 3 a と、面積チェックの判定結果 1 0 3 b と、相関チェックの判定結果 1 0 3 c とが表示されることから、ユーザは、どのような要因から良否判定が行われたかを把握することができ、良否判定に対する対処が容易である。

【 0 0 8 2 】

なお、総合的な判定は、シール幅チェック結果と、面積チェック結果と、相関チェックとの 3 つの判定結果のうち、少なくとも 1 つの判定結果を用いれば良い。また、これら 3 つの判定結果にそれぞれ重み係数を割り付け、これら 3 つの判定結果の重み付け加算により評価値を計算して、総合的な良否判定を行うようにしても良い。

【 0 0 8 3 】

また、上述の例では、包装容器 4 0 は、レトルトパウチ等の包装容器であるが、電池パックを検査対象物としても良い。

【 0 0 8 4 】

検査対象物がリチウムイオン電池である場合、超音波発生部から照射されたバースト波は、照射方向における検査対象(リチウムイオン電池)の音響インピーダンスの差の有無に応じて透過されるバースト波の強度が異なる。リチウムイオン電池の場合、電池内の電解質に気泡が発生した際、電解質と気泡との音響インピーダンスの差が大きい(強度が高い)ため、バースト波が電解質と気泡との界面において反射される。すなわち、電解質と気泡との音響インピーダンスの差分が大きいため、バースト波の照射面積に対して、気泡の断面積が大きくなることにより、リチウムイオン電池の電解質と気泡との界面が広がる。この結果、電解質と気泡との界面で反射することで遮蔽されるバースト波の割合が上昇し、透過されるバースト波の割合は低下する。

【 0 0 8 5 】

この実施形態においては、測定点におけるバースト波の照射面積に対する、音響インピーダンスが大きく異なる層同士(例えば、電解質と気泡との各々の層)の界面の重なる割

10

20

30

40

50

合を、音響インピーダンスの強度とする。ここで、検査対象物に対する超音波の透過率は、音響インピーダンスの強度に対応しており、音響インピーダンスの強度が大きければ透過率は減少し、音響インピーダンスの強度が小さければ透過率は増加する。透過率が低いほど、受信強度が低い値となる。透過率が大きいほど、受信強度が高い値となる。

【0086】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

10

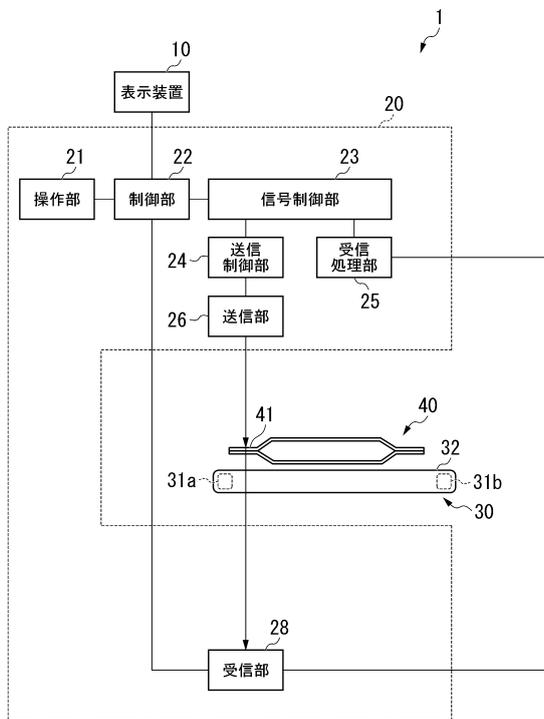
【符号の説明】

【0087】

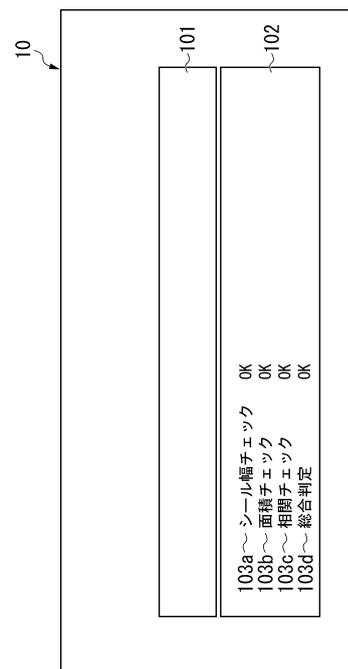
1 ... 超音波検査システム, 20 ... 超音波検査装置, 26 ... 送信部, 28 ... 受信部, 40 ... 包装容器, 41 ... 周縁部

【図面】

【図1】



【図2】



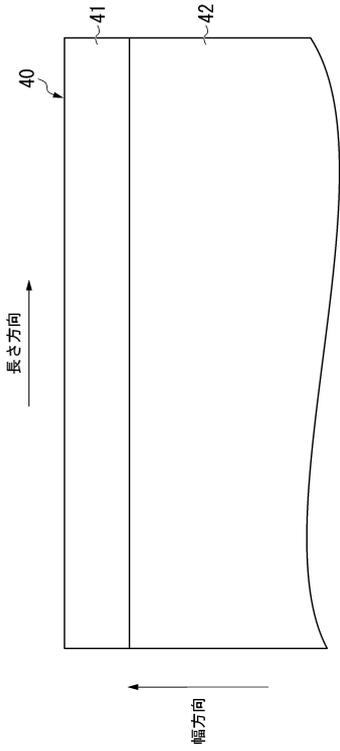
20

30

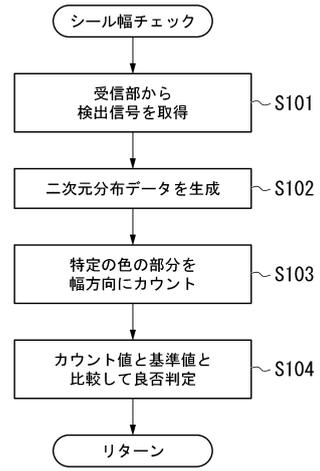
40

50

【 図 3 】



【 図 4 】



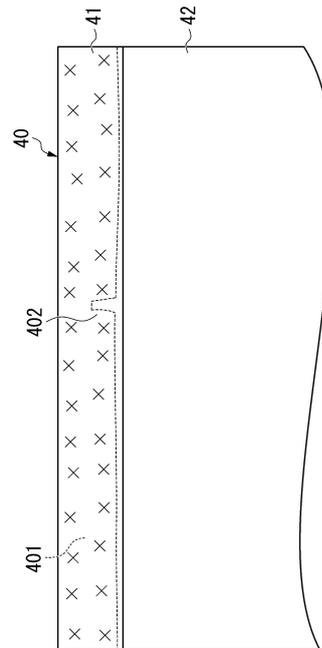
10

20

【 図 5 】



【 図 6 A 】

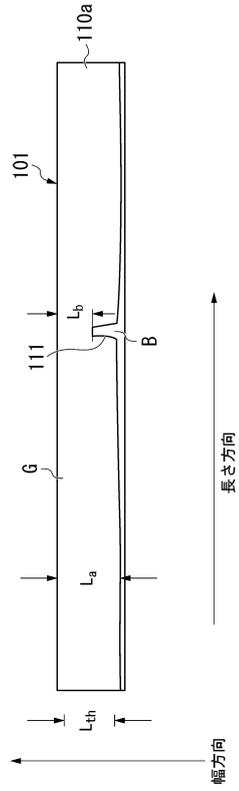


30

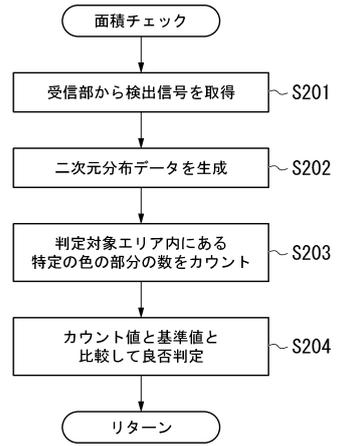
40

50

【 図 6 B 】



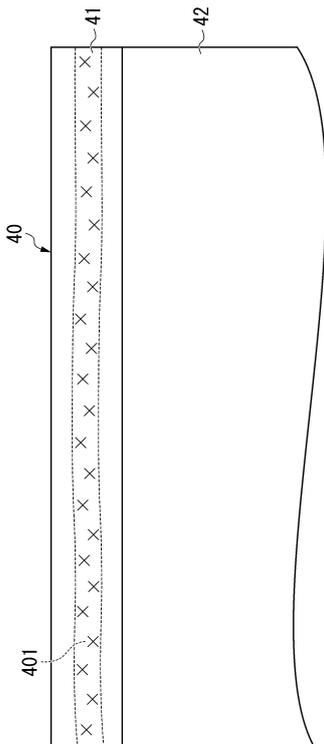
【 図 7 】



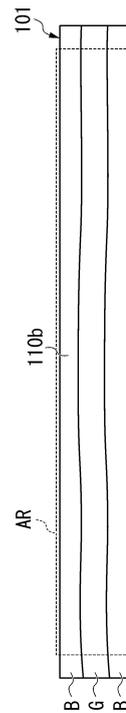
10

20

【 図 8 A 】



【 図 8 B 】

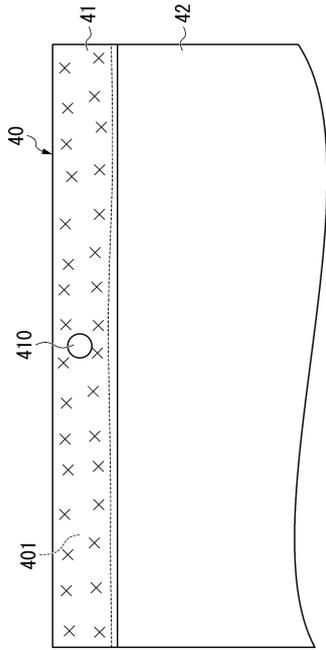


30

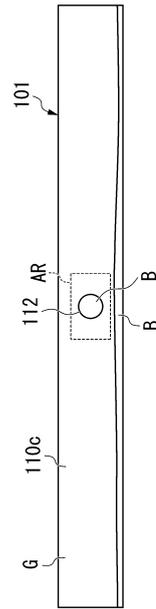
40

50

【図 9 A】



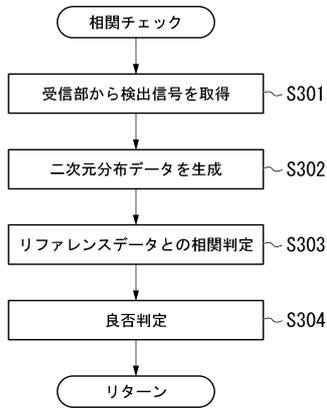
【図 9 B】



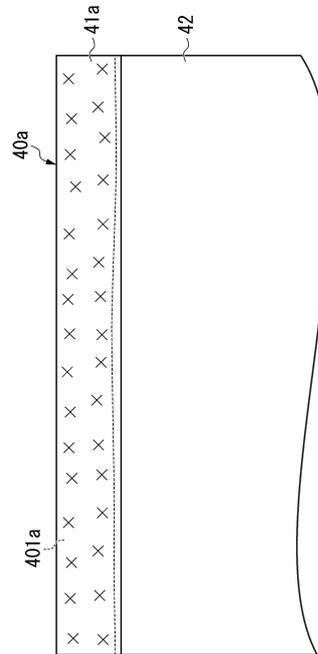
10

20

【図 1 0】



【図 1 1 A】

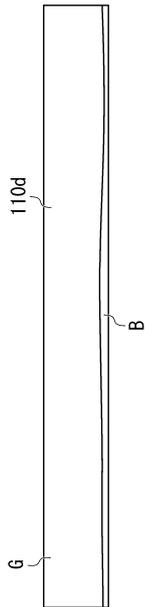


30

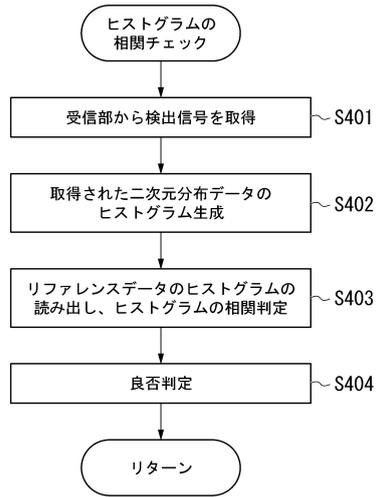
40

50

【図 1 1 B】

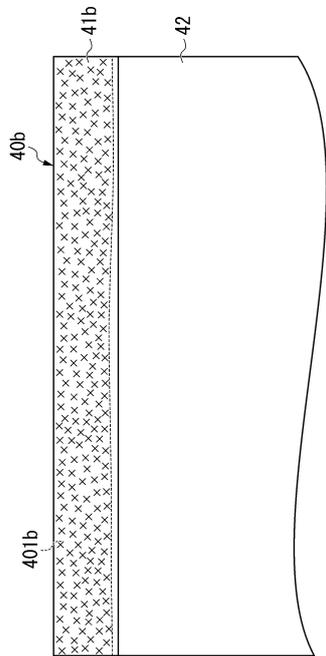


【図 1 2】

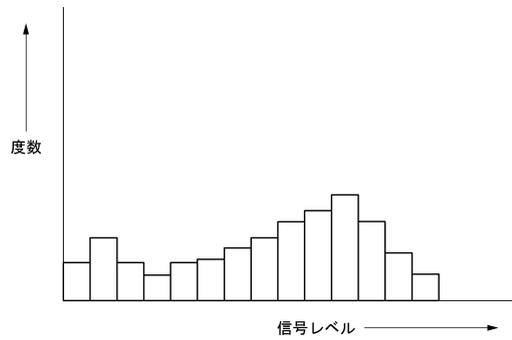


10

【図 1 3 A】



【図 1 3 B】



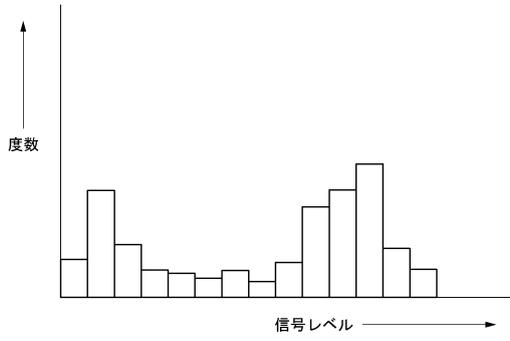
20

30

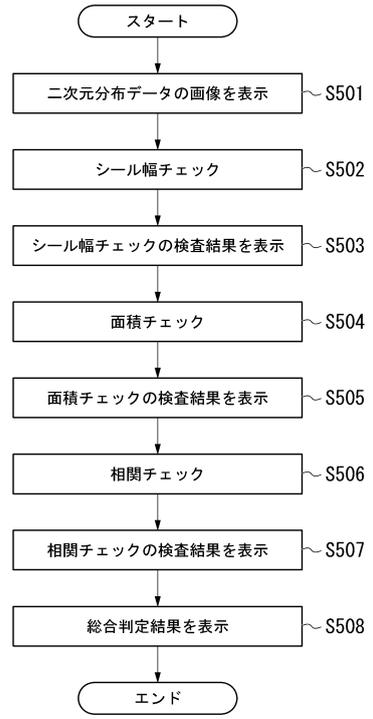
40

50

【図 13C】



【図 14】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

静岡県浜松市南区青屋町 2 8 3 番地 ヤマハファインテック株式会社内

F ターム (参考) 2G047 AA08 AB07 AD16 BA01 BB01 BC03 BC07 GA14 GB02 GB17
GF08 GG09 GG20 GG28 GG33 GH06 GH13