(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2008-122155
(P2008-122155A)
(43)公開日　平成20年5月29日(2008.5.29)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
G01M 7/02 (2006.01)	G01M 7/00 A	

審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 12 頁）

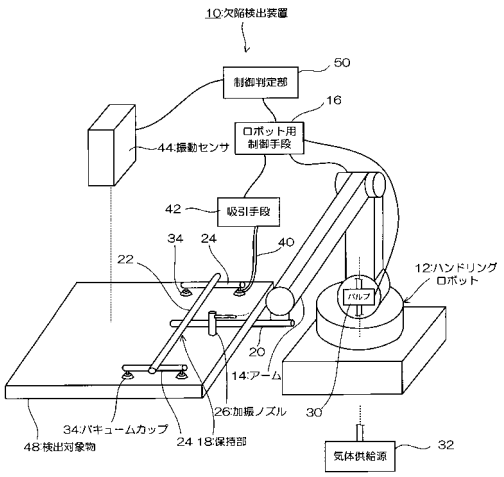
(21)出願番号　特願2006-304395 (P2006-304395)
(22)出願日　平成18年11月9日 (2006.11.9)

(71)出願人　000005902
三井造船株式会社
東京都中央区築地５丁目６番４号
(71)出願人　000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地
(74)代理人　100091306
弁理士　村上　友一
(74)代理人　100086922
弁理士　大久保　操
(72)発明者　竹田　博
岡山県玉野市玉３丁目１番１号　三井造船株式会社玉野事業所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】欠陥検出方法および装置

(57)【要約】
【課題】検出対象物を搬送する途中で欠陥の検査を行う欠陥検出方法および装置を提供する。
【解決手段】欠陥検出装置１０は、検出対象物４８の保持部１８をアーム１４に設けたハンドリングロボット１２と、検出対象物４８に向けて気体を噴出する加振ノズル２６と、ハンドリングロボット１２で保持した検出対象物４８の移動範囲の少なくとも一部が測定範囲となる振動センサ４４と、振動センサ４４で得られた振動波形から特徴量を抽出する線形予測係数算出手段と、特徴量と予め求めた基準特徴量との相関を求めて欠陥の有無を調べる判定手段とを備えた構成である。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
検出対象物を搬送手段で吸着保持し、
前記検出対象物を前記搬送手段で搬送している途中で、または途中で前記搬送手段を停め、
前記搬送手段で吸着保持している前記検出対象物を加振して、前記検出対象物の振動を測定し、
この測定結果から特徴量を抽出して予め求めた基準特徴量との相関を求め、欠陥の有無を判定する、
ことを特徴とする欠陥検出方法。
【請求項２】
前記検出対象物を加振するタイミングは、
前記搬送手段が前記検出対象物を搬送している途中で一旦停止したときに加振を開始し、
前記制御判定部で欠陥の有無の判定が出たときに加振を終了する、
ことを特徴とする請求項１に記載の欠陥検出方法。
【請求項３】
検出対象物の保持部を設けた搬送手段と、
前記検出対象物に向けて気体を噴出する加振ノズルと、
前記搬送手段で保持した前記検出対象物の移動範囲の少なくとも一部が測定範囲となる振動センサと、
前記振動センサで得られた振動波形から特徴量を抽出する線形予測係数算出手段と、
前記特徴量と予め求めた基準特徴量との相関を求めて欠陥の有無を調べる判定手段と、
を備えたことを特徴とする欠陥検出装置。
【請求項４】
前記保持部には、前記検出対象物に接触するバキュームカップを設け、このバキュームカップにこれの内部の空気を吸引する吸引手段を接続したことを特徴とする請求項３に記載の欠陥検出装置。
【請求項５】
前記加振ノズルを前記保持部に設けたことを特徴とする請求項３または４に記載の欠陥検出装置。
【請求項６】
前記搬送手段が配設された工場に気体供給源を設け、この気体供給源と前記加振ノズルとをホースで接続し、このホースにバルブを設けたことを特徴とする請求項３ないし５のいずれかに記載の欠陥検出装置。
【請求項７】
前記検出対象物は、プレス加工された被検体であることを特徴とする請求項３ないし６のいずれかに記載の欠陥検出装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、欠陥検出方法および装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
自動車ボディーのようにプレス加工によって作られる商品または工業製品は、応力が集中するところに割れやかけ等の欠陥が発生し易い。このため従来では、この欠陥を検出するために複数の検査員による目視検査を行っていたが、騒音による環境が良くないこと、また人間固有の検査ミスが発生することから、長年検査の自動化が求められていた。
【０００３】
欠陥を検出する装置の例としては、特許文献１に開示された品質検出装置がある。この

品質検出装置は、金型を用いてプレス加工を行うときに用いられ、この金型に振動センサを埋設している。なお振動センサは、製品に亀裂等の加工不良が発生し易い部位に近接して埋設している。そして品質検出装置はプレス加工をしたときに、振動センサでモニタした正常な振動共鳴周波数と、振動センサで検知した振動共鳴周波数とを比較して、加工不良が発生したか否かを判断している。

【０００４】

また製品の検査方法としては特許文献２に開示された方法があり、次のような構成になっている。まず被検体をインパルスハンマでハンマリングし、このハンマリングによって得られる被検体の振動波形を収集する。次に、収集した振動波形を取り出す。そして取り出した振動波形を高速フーリエ変換処理することにより、被検体の周波数スペクトルを得る。次に、得られた被検体の周波数スペクトルのピーク周波数と、事前に計測しておいた複数の良品における周波数スペクトルのピーク周波数とを比較し、前記被検体のピーク周波数が、良品のピーク周波数の分布内に存在するか否かに基づいて被検体の良否を判定している。

【特許文献１】特開平６－３２８１５６号公報

【特許文献２】特開平９－１７１００８号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

ところで特許文献１に開示された品質検出装置は、プレス時に大きな振動が短時間に発生することで、それより小さな加工不良に伴って発生する振動が正確に計測できないおそれがある。

【０００６】

また特許文献２に示されている検査方法によれば、検査に人手を介することなく検査を行うことができるようになる。しかし、被検体の形状や生産精度によっては、被検体にバラツキが生じることがある。このような場合、基準となる良品のピーク周波数毎の統計分布が複雑となり、判定誤差を生じるおそれがある。また高速フーリエ変換処理は、短い時間の現象や過渡現象の解析に適さないため、通常の欠陥と異なる欠陥が被検体に生じた場合に対応することができなくなるおそれがある。またインパルスハンマによるハンマリングでは、被検体を加振可能な範囲が限られてしまい、微小な傷の存在を発見する際に用いることができる高周波振動を励起させることが困難であると考えられる。さらにインパルスハンマによるハンマリングは、被検体の形状、構造等によっては、被検体に二次的な欠陥を与える可能性がある。

【０００７】

なおハンドリングロボットが検出対象物を掴んだ（吸着保持した）状態で、人手を介さずにこれの欠陥検査を短時間で行える欠陥検出装置は今だ産業界にない。

【０００８】

本発明は、検出対象物を搬送する途中で欠陥の検査を行う欠陥検出方法および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】

本発明に係る欠陥検出方法は、検出対象物を搬送手段で吸着保持し、この検出対象物を搬送手段で搬送している途中で、または途中で搬送手段を停め、この搬送手段で吸着保持している検出対象物を加振して、この検出対象物の振動を測定し、この測定結果から特徴量を抽出して予め求めた基準特徴量との相関を求め、欠陥の有無を判定することを特徴としている。また前述した検出対象物を加振するタイミングは、搬送手段が検出対象物を搬送している途中で、または途中で一旦停止したときに加振を開始し、制御判定部で欠陥の有無の判定が出たときに加振を終了することを特徴としている。

【００１０】

また本発明に係る欠陥検出装置は、検出対象物の保持部をアームに設けた搬送手段と、

検出対象物に向けて気体を噴出する加振ノズルと、搬送手段で保持した検出対象物の移動範囲の少なくとも一部が測定範囲となる振動センサと、振動センサで得られた振動波形から特徴量を抽出する線形予測係数算出手段と、この特徴量と予め求めた基準特徴量との相関を求めて欠陥の有無を調べる判定手段とを備えたことを特徴としている。そして前述した保持部には、検出対象物に接触するバキュームカップを設け、バキュームカップにこれの内部の空気を吸引する吸引手段を接続したことを特徴としている。

【００１１】

また本発明に係る欠陥検出装置は、加振ノズルを保持部に設けたことを特徴としている。また本発明に係る欠陥検出装置は、搬送手段が配設された工場に気体供給源を設け、気体供給源と加振ノズルとをホースで接続し、このホースにバルブを設けたことを特徴としている。そして前述した検出対象物は、プレス加工された被検体であることを特徴としている。

【発明の効果】

【００１２】

このような欠陥検出方法および装置によれば、検出対象物に内包する割れやニキビ状の突起、くびれ等の欠陥の有無を、検出対象物を搬送する途中で欠陥検出を行える。このため既存の製造ラインに検査工程を容易に追加することができ、検査工程を新設する必要が無い。またハンドリングロボットが検出対象物を吸着保持した状態で欠陥検出を行えるので、短時間で検査を終了でき、また検査員の手を介さないで検査ができるから検査作業の安全面のメリットが大きい。

【００１３】

またバキュームカップを保持部に配設しているので、ハンドリングロボットは検出対象物の形状等にかかわらず吸着保持でき、また欠陥検出を行える。またハンドリングロボットは、バキュームカップを用いて検出対象物を吸着保持しているので、検出対象物の振動がハンドリングロボットに伝達し、延いては振動センサに伝わることが無いので、検出対象物の欠陥の有無を正確に判定できる。

また加振ノズルから気体を噴射して検出対象物を加振しているので、ハンマリングで起こり得る２次的な欠陥を検出対象物に与えるのを防止できる。

【００１４】

また本発明に係る欠陥検出方法および装置は、従来技術の装置のように検出対象物の支持部やロケット、加振ノズル・振動センサの駆動（前進・後退）が不要なので、構造が簡素になるとともに、検査時間を短縮できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

以下に、本発明に係る欠陥検出方法および装置の最良の実施形態について説明する。図１は欠陥検出装置の説明図である。欠陥検出装置１０は、ハンドリングロボット１２（搬送手段）、気体供給源３２、吸引手段４２、振動センサ４４および制御判定部５０等を備えている。このハンドリングロボット１２はプレス機械の内外に設備されており、プレス機で加工された検出対象物４８を次工程に搬送するときに用いられる。そしてハンドリングロボット１２は複数の関節を有しており、ハンドリングロボット１２に接続したロボット用制御手段１６によってこれらの動作を制御している。

【００１６】

そしてハンドリングロボット１２におけるアーム１４の先端部に、バキュームカップ３４と加振ノズル２６を装着した保持部１８を設けている。この保持部１８は、それぞれ棒状になっている第１保持手段２０、第２保持手段２２および第３保持手段２４を有している。そして第１保持手段２０は縦方向に向いており、基端側をアーム１４の先端部に固着し、先端側を前方に向けて延びている。また第２保持手段２２は横方向に向いており、その中央部と第１保持手段２０の先端側とが固着している。さらに第３保持手段２４は縦方向に向いており、その中央部と第２保持手段２２の各端部とが固着している。

【００１７】

加振ノズル２６は、第１保持手段２０と第２保持手段２２が接続している近傍に設けてある。この加振ノズル２６は気体を噴出して検出対象物４８を振動させるものであり、気体の噴出口を検出対象物４８に向けて保持部１８に配設してある。すなわち加振ノズル２６の向きを自由に設定できる。また加振ノズル２６には、気体を供給するためのホースが接続している。そして、このホースの他端は、バルブ３０を介して気体供給源３２に接続している。このバルブ３０は、ハンドリングロボット１２に設けてあり、開閉制御がロボット用制御手段１６によって行われている。またバルブ３０は、ロボット用制御手段１６から信号を入力すると開閉を行うものであればよく、具体的な一例としては電磁バルブ３０であればよい。なお図１に示すホースは、一部の記載を省略している。

【００１８】

またバキュームカップ３４は検出対象物４８を吸引保持するために設けてあり、各第３保持手段２４の各端部付近に設けてある。図２はバキュームカップの側面図である。バキュームカップ３４は胴体部３６を有している。この胴体部３６の下側には、下方に行くにしたがって側方へ広がるカップ部３８を設けている。そして胴体部３６およびカップ部３８の内部に、下方に向けて開口した凹陥部が設けてある。またこの胴体部３６の上側に吸引ホース４０が接続してあり、吸引ホース４０の他端は図１に示すように吸引手段４２に接続してある。そして吸引手段４２を用いることにより、この吸引ホース４０を介して、前記凹陥部によって形成されている空洞内の空気を吸引できるようになっている。この吸引手段４２はロボット用制御手段１６に接続している。そしてロボット用制御手段１６は制御判定部５０に接続している。

【００１９】

また欠陥検出装置１０は振動センサ４４を有している。振動センサ４４は、接触式または非接触式のいずれであってもよいが、図１には非接触式の振動センサ４４を示している。なお非接触式の振動センサ４４の一例としては、レーザードップラー式振動センサであればよい。そして振動センサ４４は、ハンドリングロボット１２が吸着保持している検出対象物４８が搬送される経路に設けてあればよい。すなわち振動センサ４４の測定範囲は、ハンドリングロボット１２で検出対象物４８を吸着保持して搬送する場合に、この検出対象物４８が移動する範囲の少なくとも一部と重なっている。この振動センサ４４は制御判定部５０に接続している。

【００２０】

図３は制御判定部のブロック図である。制御判定部５０は、加振ノズル２６から噴出する空気量を制御するための制御表示手段５２を備えている。この制御表示手段５２から出力される信号は、ロボット用制御手段１６を介してバルブ３０に入力し、バルブ３０の開閉を制御する。なお図３は、ロボット用制御手段１６や吸引手段４２の記載を省略しているが、制御表示手段５２によって吸引手段４２やロボット用制御手段１６を制御することができる。

【００２１】

また制御判定部５０は、第１フィルタ５４、アナログ／ディジタル（Ａ／Ｄ）変換器５６、波形切り出し手段５８、第２フィルタ６０、線形予測係数算出手段６２および判定手段６４を備えている。そして第１フィルタ５４は、振動センサ４４に接続している。また制御表示手段５２は、Ａ／Ｄ変換器５６、第２フィルタ６０、線形予測係数算出手段６２および判定手段６４に接続している。

【００２２】

次に、欠陥検出方法について説明する。ハンドリングロボット１２はアーム１４を駆動させて、プレス機で加工された検出対象物４８の上にバキュームカップ３４を置く。そして吸引手段４２を動作させて、バキュームカップ３４の前記空洞内の空気を吸引する。すると検出対象物４８は、バキュームカップ３４（ハンドリングロボット１２）に吸着保持される。この後、ハンドリングロボット１２は検出対象物４８を次工程に搬送するが、その搬送途中で一旦停止する。この停止する位置は、振動センサ４４が配設されている位置である。すなわち振動センサ４４が測定できる範囲内に検出対象物４８が停止するように

、ハンドリングロボット１２を制御する。なお図１に示す場合は、振動センサ４４の下方に検出対象物４８が停止している。

【００２３】

この後、ロボット用制御手段１６は、検査準備完了信号を制御判定部５０に出力する。制御判定部５０は、この検査準備完了信号を受けると、ロボット用制御手段１６を介してバルブ３０に加振開始信号を出力する。バルブ３０は加振開始信号を受けると開き、気体供給源３２から加振ノズル２６に気体を供給する。そして加振ノズル２６の前記噴出口から検出対象物４８に向けて気体を噴出し、検出対象物４８を空気加振する。なお、このときハンドリングロボット１２は検出対象物４８を掴んでいるが、バキュームカップ３４を用いて検出対象物４８を吸着保持しているので、検出対象物４８の振動がハンドリングロボット１２に伝わらない。

【００２４】

そして振動センサ４４は検出対象物４８の振動波形を測定する。図４は欠陥の無い検出対象物を測定したときの振動センサの出力波形である。図５は欠陥の有る検出対象物を測定したときの振動センサの出力波形である。図４および図５に示すように、欠陥の有無にかかわらず振動センサ４４の出力波形には殆ど違いが見られない。このような測定結果は制御判定部５０に入力する。

【００２５】

制御判定部５０に入力した測定結果は、まず第１フィルタ５４に入力する。第１フィルタ５４は、振動センサ４４から入力した振動波形から不要な周波数帯域を除去して、信号と雑音の比（ＳＮ比）を高めている。そして雑音を除去した信号は、Ａ／Ｄ変換器５６に入力する。Ａ／Ｄ変換器５６は、入力したアナログの信号をディジタルの信号に変換して波形切り出し手段５８に出力する。波形切り出し手段５８は、入力した信号のうちある時間域における信号を切り出し、第２フィルタ６０に出力している。第２フィルタ６０は、入力した信号のうち欠陥に起因する振動の周波数帯域のみ通過させて、線形予測係数算出手段６２に出力している。

【００２６】

線形予測係数算出手段６２は、入力した信号の特徴量となる線形予測係数を最大エントロピー法に基づいて算出している。この線形予測係数は、数式１のa_kで表されている係数である。

【数１】

$$x(n) = -\sum_{k=1}^{m} a_k (n-k)$$

ここでｘ（ｎ）は時刻ｎΔｔにおける信号の値、Δｔはサンプリング間隔、ｍはモデル次数である。数式１は、任意の時刻の信号はそれ以前の信号の加重和として表すことを示しており、自己回帰モデルと呼ばれている。

【００２７】

そして線形予測係数を基に、数式２に示すように信号のパワースペクトルを算出することができる。

【数２】

$$P(f) = \frac{\Delta t P_m}{\left| 1 - \sum_{k=1}^{m} a_k e^{i 2\pi f k \Delta t} \right|^2}$$

ここでＰ（ｆ）は周波数ｆのスペクトル値、Ｐｍは予測誤差の分散である。

【００２８】

数式２に示すように、スペクトルと線形予測係数に対応関係があり、スペクトルに違いがみられれば線形予測係数に違いがみられるため、線形予測係数を信号の特徴量として利用できることが分かる。また、通常は少数の線形予測係数でスペクトルが計算できるため、特徴量の数が減少する。通常、信号の特徴を識別するためには線形予測係数の個数は２０個程度で自己診断が可能なレベルまでになり、波形を基にした自動診断において有効な方法となっている。

【００２９】

図６は欠陥の無い検出対象物の線形予測係数である。図７は欠陥の有る検出対象物の線形予測係数である。ここで図６および図７は、振動センサ４４で測定したときの振動波形の先頭から０．５秒経過した時点から１秒間における線形予測係数である。そして図６および図７は、０．１秒毎に計算した線形予測係数を１秒間にわたり計算して示したものである。これらの図からわかるように、欠陥の無い検出対象物４８と欠陥の有る検出対象物４８とでは、線形予測係数が異なっている。

【００３０】

そして線形予測係数は判定手段６４に入力する。判定手段６４は、線形予測係数算出手段６２で得られた線形予測係数（特徴量）と、予め求めた基準線形予測係数（基準特徴量）との相関を求めて欠陥の有無を判定し、この判定結果を出力している。この判定手段６４は境界学習型ニューラルネットワークで構築されている。判定方法は、信号に対応する制御出力を得るように識別すべきパターンを入力し、対応する出力を教師パターンと対比することによって修正する学習作業を繰り返し、これ以後は任意の識別パターンを入力することで自動判別するものである。

【００３１】

詳しくは、まず入力ユニット群に複数の学習用入力パターンを入力するとともに、入力した学習用入力パターンに対応した出力ユニット群の出力パターンを予め定めた教師パターンと比較して両者の誤差を求める。次に、この誤差に基づいて各ユニット群を構成しているユニットのしきい値と、各ユニット群を連結している結合素子の重み係数とを補正する操作を繰り返して前記学習用入力パターンを学習させる。

【００３２】

次に、任意のパターンを前記入力ユニット群に入力して、前記出力ユニット群の出力パターンと、学習させた入力パターンに対応した出力パターンとを対比する。そして学習データから特徴量の平均値ｍと標準偏差σを算出し、学習データの一部または全部をｍ±ａσ（ａはある実数値）に変更したデータを境界データとする。このようにして作成した境界データを学習データに加えてニューラルネットワークの学習を行う。また実数値ａをどのように決めるかについては、正規分布の知識を参考にして求めればよい。これにより、望ましいパターン認識能力を持ったニューラルネットワークが構築される。

【００３３】

図８は判定手段の判定結果である。この図８の横軸は検出対象物４８の番号であり、縦軸はニューラルネットワークの出力値（ＮＮ出力値）である。境界学習型ニューラルネットワークの出力値は、検出対象物４８に欠陥の無い良品であれば大きな値を出力し、検出対象物４８に欠陥の有る不良品であれば小さな値を出力するようになっている。図８に示す出力値の大小を比較することにより、検出対象物４８に生じた欠陥の有無を判定している。

【００３４】

制御判定部５０において検出対象物４８の良否判定が終了すると、制御表示手段５２からロボット用制御手段１６に良否判定信号を出力する。これによりロボット制御手段は、バルブ３０に対して閉じるよう制御信号を出力するとともに、ハンドリングロボット１２に対して検出対象物４８の搬送再開の移動信号を出力する。そしてハンドリングロボット１２は検出対象物４８の加振を停止するとともに、検出対象物４８を開放位置に搬送する。なお検出対象物４８の良否判定の違いによって検出対象物４８を開放する位置が異なっている。このためハンドリングロボット１２は、良否の違いに応じた位置に検出対象物４

８を搬送する。そしてハンドリングロボット１２の移動が停止すると、ロボット用制御手段１６から吸引手段４２に吸引停止信号が出力され、吸引を停止する。これによりハンドリングロボット１２から検出対象物４８を開放し、欠陥検出を終了する。

【００３５】

このような欠陥検出方法および装置１０によれば、検出対象物４８を搬送する途中で欠陥の検査を行っているので、製造ラインに検査工程を新設する必要が無く、工場のスペースの有無に関係なく欠陥検出を行える。すなわち製造ラインの全長を短くできる。またハンドリングロボット１２が検出対象物４８を吸着保持した状態で欠陥検出を行えるので、短時間で検査を終了でき、また検査員の手を介さないで検査ができるから検査作業の安全面のメリットが大きい。また既存のハンドリングロボット１２に加振ノズル２６等を追加すれば欠陥検出を行えるので、既存の製造設備への対応が容易である。

【００３６】

また加振ノズル２６は、保持部１８の任意の位置に取り付けできるので、検出対象物４８の形状にかかわらず加振できる。また加振ノズル２６に設けられた気体の前記噴出口の向きを任意に調整できるので、検出対象物４８の加振方向を自由に設定できる。またバキュームカップ３４を第３保持手段２４に配設するばかりでなく、保持部１８の任意の位置に配設することもでき、またバキュームカップ３４と保持部１８の距離を自由に設定できるので、ハンドリングロボット１２は検出対象物４８の形状等にかかわらず吸着保持できる。またハンドリングロボット１２は、バキュームカップ３４を用いて検出対象物４８を吸着保持しているので、検出対象物４８の振動がハンドリングロボット１２に伝達し、延いては振動センサ４４に伝わることが無いので、検出対象物４８の欠陥の有無を正確に判定できる。

【００３７】

また本実施形態に係る欠陥検出装置１０は、従来技術の装置のように検出対象物の支持部やロケット、加振ノズル・振動センサの駆動（前進・後退）が不要なので、構造が簡素になる。

【００３８】

また欠陥検出方法および装置１０は、検出対象物４８に向けて気体を噴射して加振している。このため加振ノズル２６の前記噴出口の径や気体圧、加振時間を調整することで、安定的かつ高周波までの振動を検出対象物４８に加えることができる。また高周波までの振動を振動センサ４４が捉えることで、振動センサ４４の出力の情報量が増大し、より正確に欠陥の有無を判定できる。またハンマリングで起こり得る２次的な欠陥を検出対象物４８に与えるのを防止できる。

【００３９】

また欠陥検出方法および装置１０は、振動センサ４４の出力の特徴量として線形予測係数を用いている。このため振幅値を評価基準とする方法や高速フーリエ変換解析により元信号の周波数特性を算出してその特徴量とする方法と比較すると、より微小な割れ等の欠陥を検出できる。また線形予測係数の計算時間が速いため、短時間に振動センサ４４の特徴量を計算できる。また線形予測係数は信号の周波数特性を反映しているため、振幅の変化として生じない微小な欠陥でも変化を捉えることができ、特徴量の抽出能力が向上する。

【００４０】

また欠陥検出方法および装置１０は、検出対象物４８に生じた欠陥の有無の判定に境界学習型ニューラルネットワークを用いている。このため複数の線形予測係数の特徴量を基に振動センサ４４の出力に欠陥の特徴量があるかどうかを判定する方法として、境界学習型ニューラルネットワークは最も適しており、判定精度が向上する。また境界学習型ニューラルネットワークの出力は正規化され、０から１の値をとるため、出力値の大小を基に検出対象物４８の欠陥の程度を判定できる。

【００４１】

なお加振ノズル２６に接続しているバルブ３０は、ロボット用制御手段１６や制御判定

部５０によって開閉を制御しているので、検出対象物４８の欠陥検出が必要ない場合は制御する必要はない。すなわち検出対象物４８の欠陥検出が必要ない場合、ハンドリングロボット１２は検出対象物４８を搬送している途中で一旦停止することなく、そのまま次工程に検出対象物４８を搬送することもできる。

【図面の簡単な説明】

【００４２】

【図１】欠陥検出装置の説明図である。

【図２】バキュームカップの側面図である。

【図３】制御判定部のブロック図である。

【図４】欠陥の無い検出対象物を測定したときの振動センサの出力波形である。

【図５】欠陥の有る検出対象物を測定したときの振動センサの出力波形である。

【図６】欠陥の無い検出対象物の線形予測係数である。

【図７】欠陥の有る検出対象物の線形予測係数である。

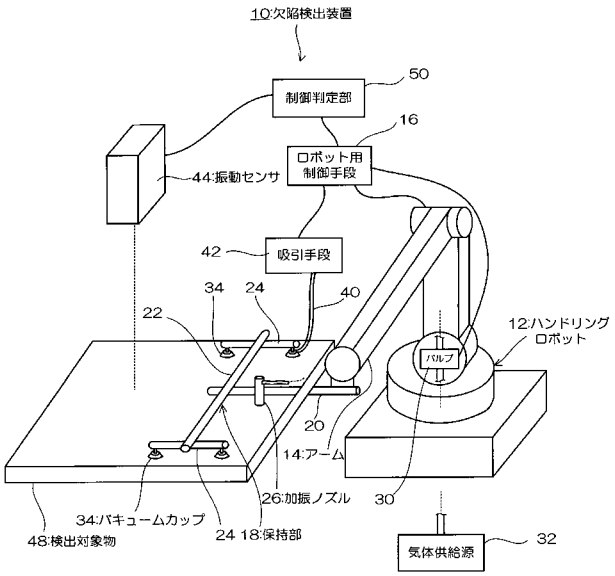
【図８】判定手段の判定結果である。

【符号の説明】

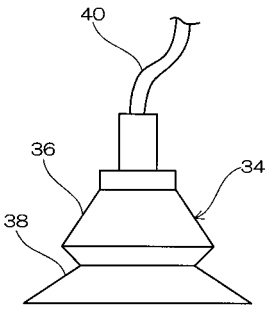
【００４３】

１０……欠陥検出装置、１２……ハンドリングロボット、１４……アーム、１８……保持部、２６……加振ノズル、３０……バルブ、３２……気体供給源、３４……バキュームカップ、４２……吸引手段、４４……振動センサ、４８……検出対象物、５０……制御判定部、６２……線形予測係数算出手段、６４……判定手段。

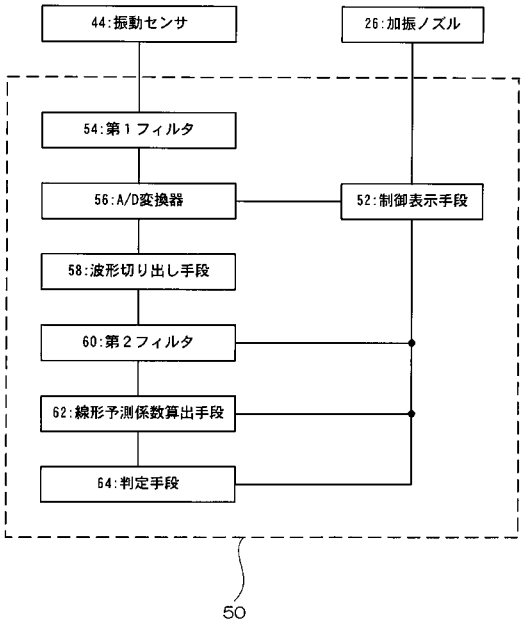
【図１】



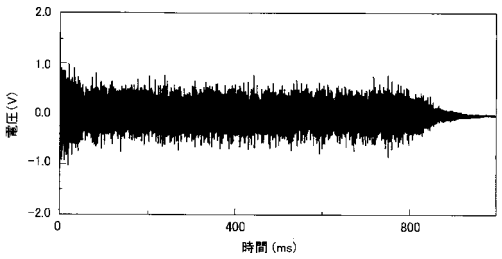
【図２】



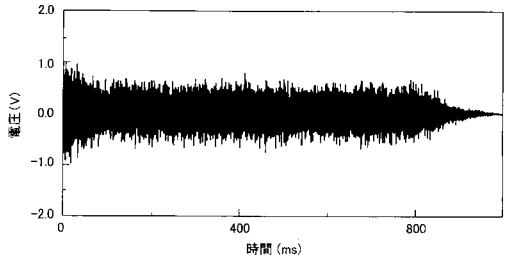
【図３】


44:振動センサ
26:加振ノズル
54:第１フィルタ
56:A/D変換器
52:制御表示手段
58:波形切り出し手段
60:第２フィルタ
62:線形予測係数算出手段
64:判定手段
50

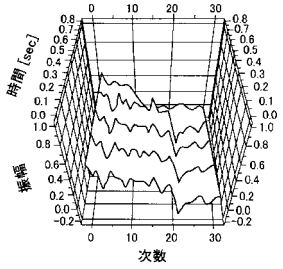
【図４】


電圧(V)
時間(ms)

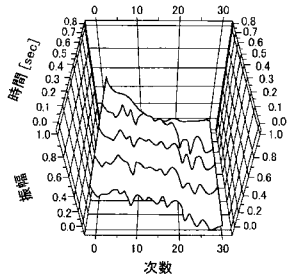
【図５】


電圧(V)
時間(ms)

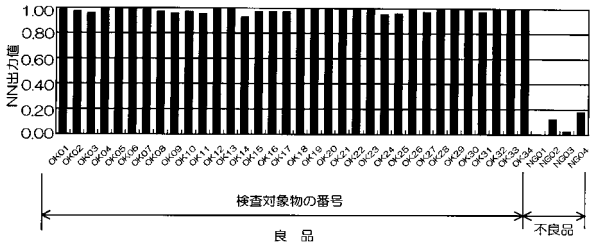
【図６】


時間[sec]
振幅
次数

【図７】


時間[sec]
振幅
次数
0
10
20
30
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
1.0

【図８】


NN出力値
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
検査対象物の番号
良　品
不良品

フロントページの続き

(72)発明者　坪井　桂一
岡山県玉野市玉３丁目１番１号　三井造船株式会社玉野事業所内
(72)発明者　佐藤　良治
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地　日産自動車株式会社内