

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6070314号
(P6070314)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)

(51) Int.Cl.	F 1
GO6K 7/10 (2006.01)	GO6K 7/10 260
GO1L 5/00 (2006.01)	GO1L 5/00 Z

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2013-55672 (P2013-55672)
(22) 出願日	平成25年3月18日 (2013.3.18)
(65) 公開番号	特開2014-182517 (P2014-182517A)
(43) 公開日	平成26年9月29日 (2014.9.29)
審査請求日	平成27年10月7日 (2015.10.7)

(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号
(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(74) 代理人	100146776 弁理士 山口 昭則
(72) 発明者	織田 充 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

審査官 甲斐 哲雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】接触センサー装置、及び接触情報の検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被接触物に埋め込まれた複数の無線 I C タグと、
前記被接触物に外部から接触が発生することで位置変化した無線 I C タグからの応答波の強度に基づいて、前記接触を推定する信号処理部と、を有することを特徴とする接触センサー装置。

【請求項 2】

前記複数の無線 I C タグとの間で、前記複数の無線 I C タグに対応する複数の質問波と、前記複数の質問波に応答して前記複数の無線 I C タグから発信された応答波と、を送受信する送受信装置を更に有し、

前記信号処理部は、前記送受信装置に接続されており、前記位置変化した無線 I C タグに対応した応答波の強度を、予め取得してある接触情報と前記複数の無線 I C タグに対応した応答波の強度の関係と比較することで、前記接触に関する接触情報を推定することを特徴とする請求項 1 に記載の接触センサー装置。

【請求項 3】

外部からの接触は、前記複数の無線 I C タグとは異なる他の無線 I C タグが取り付けられた接触物によって発生し、

前記送受信装置は、前記接触物に取り付けられた前記他の無線 I C タグに対応する質問波と、前記質問波に応答して前記他の無線 I C タグから発信され、前記他の無線 I C タグの I D を含む応答波と、を送受信し、

10

20

前記信号処理部は、前記応答波に含まれるIDに基づいて、前記接触物と前記接触物の接触位置を特定可能な請求項2に記載の接触センサー装置。

【請求項4】

複数の無線ICタグが埋め込まれた被接触物に質問波を送信し、

前記複数の無線ICタグからの応答波を受信し、

接触により位置変化した無線ICタグからの応答波の強度に基づいて、前記接触に関する接触情報を推定する接触情報の検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本実施形態は、接触センサー装置、及び接触情報の検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

触覚センサーの一例として、柔らかな人工皮膚を有するロボットの手の部分などに装着できる触覚センサーで、複数のセンサー素子チップを人工皮膚中に分散して埋設可能なもののが知られている。複数のセンサー素子チップの各々は、人工皮膚に加えられる機械的変形や温度変化に応じて、外部に対して送信する電波の発振周波数が変化するLC発振器を含み、かつ、それぞれのLC発振器の発振周波数の変化範囲が相互に異なるようにずらされている。人工皮膚に加えられる機械的変形や温度変化は、LC発振器を構成する微細な信号送信コイルの変形を生じさせ、これによって、発振周波数が変化するようになっている。

20

【0003】

人工皮膚に対し接触物が接触することで機械的変形等が起きる場合、接触物の接触位置及び接触圧を各発振周波数の変化と関連付けて、事前に学習させておくことができる。別途に接触物が機械的変形等を生じさせた場合、事前に学習させた内容を参照することで、各発振周波数の変化から接触物の接触位置及び接触圧を推定することができる。（以上につき、例えば、特許文献1参照）

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

30

【特許文献1】特開平11-245190号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、背景技術に記載されている触覚センサでは、接触物の接触位置及び接触圧を推定可能な範囲を広くするためには、共振周波数の変化範囲が互いに異なる多数のセンサー素子チップを用意することになる。ここで、信号送信コイルを変形可能に作成するため、多くの種類を作成することは困難である。そのため、接触物の接触位置及び接触圧を推定可能な範囲を広くすることが困難である。

【0006】

40

1つの側面では、本発明は、接触を検出できる面積が大きな接触センサー装置、及び接触情報の検出方法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】

【0007】

被接触物に埋め込まれた複数の無線ICタグと、前記被接触物に外部から接触が発生することで位置変化した無線ICタグからの応答波の強度に基づいて、前記接触を推定する信号処理部と、を有することを特徴とする接触センサー装置が提供される。

【発明の効果】

【0008】

接触を検出できる面積が大きな接触センサー装置、及び接触情報の検出方法を提供でき

50

る。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施例1による接触センサー装置の一例を斜め下方からみた構成図。

【図2】図1に示した接触センサー装置を側方からみた構成図。

【図3】図2に示した接触センサー装置に接触物が接触した場合の一例を示す構成図。

【図4】接触センサー装置において取得された参照情報の一例を示すテーブル。

【図5】参照情報記録部に記録されるテーブル中の接触位置と接触強度の組み合わせと、参照応答波ベクトルと、を説明する概念図。

【図6】検出応答波ベクトルから、接触情報を検出する方法の一例を示すフローチャート 10
。

【図7】接触センサー装置において取得された検出応答波ベクトルの内容の一例を示すテーブル。

【図8】検出応答波ベクトルから、接触情報を検出する方法の一例を示す概念図。

【図9】実施例2による接触センサー装置に接触物が接触した場合の一例を示す構成図。

【図10】実施例2の接触センサー装置において取得された参照情報の一例を示すテーブル。

【図11】実施例2の接触センサー装置において取得された検出応答波ベクトルの内容の一例を示すテーブル。

【図12】接触物の名称と接触物に取り付けられたICタグのIDの集合との一例による対応テーブル 20

【図13】接触物と接触位置を判定する方法の一例を示すフローチャート。

【図14】参照情報取得時のICタグのIDと接触情報との関係の一例を示した木構造の図。

【図15】実施例3における検出応答波ベクトルから、接触情報を検出する方法の一例を示すフローチャート。

【図16】木構造の一例による図。

【図17】実施例4における木構造の再学習を説明するフローチャート。

【図18】接触毎の発生確率を示したテーブルの一例。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面に基づいて、実施例について詳細に説明する。なお、実施例を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を用い、繰り返しの説明は省略する。

【0011】

[実施例1]

実施例1の接触センサー装置を使用するためには、例えば、以下の手順を行う。(1)所定の構成を有する接触センサー装置を準備する。(2)接触センサーへの様々な接触情報(接触位置と接触強度の組み合わせ)毎に参照応答波ベクトルを取得して、接触と参照応答波ベクトルの対応関係を整理して保存する(参照情報の学習)。(3)実際に使用する。例えば、接触センサーへの接触により生じた応答波ベクトルに、一致あるいは類似する参照応答波ベクトルに対応する接触情報(接触位置と接触強度の組み合わせ)を求める。以下、手順(1)、(2)、及び(3)について説明する。 40

【0012】

<(1)接触センサー装置の構成>

図1は、実施例1による接触センサー装置1の一例を斜め下方からみた構成図である。

図2は、図1に示した接触センサー装置を側方からみた構成図である。図3は、図2に示した接触センサー装置に接触物9が接触した場合の一例を示す構成図である。

【0013】

図1から図3を参照して、接触センサー装置1は、センサー素子2、柔軟物3、送受信アンテナ4、送受信部5、信号処理部6、及び、参照情報記録部7を有する。 50

センサー素子 2 は、例えば I C タグ 2 1 から 2 7 である。ここで、I C タグ 2 1 から 2 7 は説明の簡単のために 7 個だけ図示しているが、その数には上限も下限もない。I C タグ 2 1 から 2 7 には、無線回路 (R F 回路) とリードオンリーメモリ (R O M) が含まれる。I C タグ 2 1 から 2 7 の R F 回路は、後述する送受信アンテナ 4 より質問波を受信して、これに応答して応答波を送信する。リードオンリーメモリ (R O M) には、I C タグ 2 1 から 2 7 に固有の識別子 (以下、I D と称する。) が記録されている。R F 回路は、R O M より取得した I D を信号として、応答波に搬送させて送信できる。以上のように、I C タグ 2 1 から 2 7 は、無線で動作するので無線 I C タグとも称する。

【0014】

柔軟物 3 は、接触物 9 によって接触されると、接触された部分が変形するものであればよい。ここで、接触とは、柔軟物 3 の変形を生じさせることをいう。柔軟物 3 は、例えば、シート状や曲面の形状等を有していてよい。柔軟物 3 は、弾性体、塑性変形する物体等であってよい。柔軟物 3 の素材は、例えば、シリコンゴムである。なお、柔軟物 3 の接触物が接触する部分には、接触部 3 1 を設けてよい。接触部 3 1 は、例えば、人工皮膚である。接触部 3 1 を設けることにより、柔軟物 3 の強度を補うことができる。また、接触物 9 が柔軟物 3 に直接接触するのを避けることができる。こうすることで、接触物 9 の接触に対する耐久性を向上することができる。また、接触物 9 が指等である場合に、感触のよい素材で接触部 3 1 を構成してもよい。

【0015】

送受信アンテナ 4 は、例えば、コイルアンテナである。送受信アンテナ 4 は、接触物 9 の接触を妨げないように、柔軟物 3 が接触物 9 の接触を受けない部分に設けられる。送受信部 5 は、送受信アンテナ 4 によって質問波を送信する。また、送受信部 5 は、送受信アンテナ 4 が I C タグ 2 1 から 2 7 より受信した応答波を受信する。質問波は、I C タグ 2 1 から 2 7 の R F 回路へ電力を供給する高周波の電磁波である。質問波は、例えば、マイクロ波で、2 . 4 5 G H z の周波数を有してよい。

【0016】

信号処理部 6 は、送受信部 5 が受信した応答波を受信する。信号処理部 6 は、応答波に含まれる複数の I C タグ 2 1 から 2 7 の I D と質問波に対する応答内容を処理する。参照情報記録部 7 は、信号処理部 6 に接続され、後述する参照情報を記録する。

【0017】

なお、接触センサー装置 1 は、電力供給部 8 をさらに有してもよい。電力供給部 8 は、電磁波を発生して、I C タグ 2 1 から 2 7 の各 R F 回路へ電力を供給する。この場合、質問波は I C タグ 2 1 から 2 7 の各 R F 回路へ電力を供給しなくてよい。電力供給部 8 が発生する電磁波の周波数は、質問波と応答波の周波数とは、干渉しない周波数である。

< (2) 参照情報の学習 >

接触センサー装置 1 の柔軟物 3 への様々な接触情報 (接触位置と接触強度の組み合わせ) 毎に参照応答波ベクトルを取得して、接触と参照応答波ベクトルの対応関係を整理して保存することを、参照情報の学習と称する。

【0018】

図 3 を参照して、参照情報の学習について説明する。まず、センサー素子 2 (ここでは、I C タグ 2 1 から 2 7) の混入された柔軟物 3 への接触を行わない状態で、送受信部 5 から質問波を発信すると、質問波は各 I C タグ 2 1 から 2 7 に到達する。I C タグ 2 1 から 2 7 中において、各 R F 回路は各 R O M より I D を取得するとともに、質問波に対する応答波を生成する。I C タグ 2 1 から 2 7 は、それぞれの I D を信号として、応答波に搬送させて送信する。I C タグ 2 1 から 2 7 には、それぞれのアンテナが含まれている。I C タグ 2 1 から 2 7 のそれぞれのアンテナが応答波を送信する。接触センサー装置 1 は、応答波をアンテナ 4 で受信する。アンテナ 4 で受信された応答波は、送受信部 5 を経由して信号処理部 6 に送られる。信号処理部 6 では、I C タグ 2 1 から 2 7 每に応答波の強度を計測する。応答波には、I C タグ 2 1 から 2 7 を特定可能な I D が搬送されているので、各 I D に対応した応答波の強度が計測できる。このように、柔軟物 3 への接触を行わな

10

20

30

40

50

い状態で、取得されたID毎の応答波の強度を、以下、基本応答波の強度と称する。

【0019】

次に、接触物9を、接触センサー装置1に接触させる。接触は、様々な接触強度や様々な接触位置において行わせる。接触物9は、例えば、指である。

【0020】

図4は、接触センサー装置1において取得された参照情報の一例を示すテーブルである。テーブルには、接触情報の番号T1、T2、...、Tj、...、TMが示される。各接触情報の番号は、様々な接触位置L1、L2、...、Lj、...、LMと接触強度P1、P2、...、Pj、...、PMとの組み合わせに対応する。

【0021】

各接触情報の番号に対応する接触位置と接触強度で、接触物9が柔軟物3に接触した状態で、送受信部5から質問波を発信すると、質問波は各ICタグ21から27に到達する。ICタグ21から27中において、各RF回路は各ROMよりIDを取得するとともに、質問波に対する応答波を生成する。ICタグ21から27は、それぞれのIDを信号として、応答波に搬送させて送信する。ICタグ21から27には、それぞれのアンテナが含まれている。ICタグ21から27のそれぞれのアンテナが応答波を送信する。

10

【0022】

ここで、図2と図3とを比較して、ICタグ23は接触物9の接触を受けることで、図3では図2より下方へ位置変化する。ICタグ23の下方への位置変化により、ICタグ23から送受信アンテナ4が受信する応答波の強度は、対応する基本応答波の強度に比較して、変化を受ける。

20

【0023】

接触センサー装置1は、応答波をアンテナ4で受信する。アンテナ4で受信された応答波は、送受信部5を経由して信号処理部6に送られる。信号処理部6では、ICタグ21から27毎に応答波の強度を計測する。応答波には、ICタグ21から27を特定可能なIDが搬送されているので、ID毎に応答波の強度が計測できる。

【0024】

図4中、ICタグ23のIDがID1である場合で、図3における接触物の接触が接触番号T1に対応する接触位置L1と接触強度P1である場合、応答波ベクトルの強度V11は、上記のICタグ23の応答波の強度から、ICタグ23の基本応答波の強度を減算することを得られる。

30

【0025】

こうして、各接触情報の番号に対応して求めたICタグ21から27毎のID応答強度から、上述したICタグ21から27毎の基本応答波の強度を減算することで、参照応答波ベクトルの強度を求める。

【0026】

図4を参照して、こうして求められた参照応答波の強度は、各接触情報の番号に対応したVj1、Vj2、...、Vji、...、VjNとして、各接触位置と各接触強度とに対応付けられてテーブルに記録される。図4中、ICタグ23のIDがID1である場合、参照応答波の強度は、接触位置L1と接触強度P1(接触情報の番号T1)に対してはV11となる。また、接触位置L2と接触強度P2(接触情報の番号T2)に対してはV21となる。また、接触位置Ljと接触強度Pj(接触情報の番号Tj)に対してはVj1となる。また、接触位置LMと接触強度PM(接触情報の番号TM)に対してはVM1となる。同様にして、他のICタグに対応する参照応答波ベクトルの強度も求めることで、図4に示すようなテーブルが信号処理部6によって取得される。取得されたテーブルは、信号処理部6より参照情報記録部7に送られて記録される。なお、接触位置と接触強度の組み合わせは多ければ多いほど、後の接触センサー装置1の使用時に、より正確な推定が可能となる。

40

【0027】

図5は、参照情報記録部7に記録されるテーブル中の接触位置と接触強度の組み合わせ

50

と参照応答波ベクトルを説明する概念図である。

【0028】

例えば、接触情報の番号 T 1 に対応する接触位置 L 1 と接触強度 P 1 で、接触物 9 が柔軟物 3 に接触した状態で、送受信部 5 から質問波を発信すると、質問波は柔軟物 3 内の I C タグに到達する。上述のように、応答波には、I C タグを特定可能な I D が信号として搬送されているので、I D に対応した応答波の強度が計測できる。

【0029】

図 5 を参照して、I C タグの I D が、I D 1、I D 2、I D 3 の 3 つであるとき、各 I C タグの応答強度の変化をそれぞれ V 1 1、V 1 2、V 1 3 とする。3 次元グラフの各次元に I C タグの I D 1、I D 2、I D 3 の 3 つを割り当て、それぞれ対応する応答波強度 10 の変化 V 1 1、V 1 2、V 1 3 を記入する。ここで、応答波強度の変化 V 1 1、V 1 2、V 1 3 は、各 I C タグの応答波強度から、接触物が無い時の各 I C タグの基本応答波の強度を減算したものである。

【0030】

すると、接触情報の番号 T 1 に対応する参照応答波ベクトル R V が得られる。参照応答波ベクトル R V の方向は、次元である I C タグの I D の合成方向である。参照応答波ベクトル R V の強度は、前記 I D に対応する応答波の強度の変化を合成した強度によって表現できる。従って、参照応答波ベクトル R V を用いれば、参照情報記録部 7 内のテーブルの内容を簡単に表わすことができる。なお、説明の簡単のために、I C タグの I D が 3 つの 3 次元の場合を例示したが、I C タグの I D の数は 3 つに限らず、その数には上限も下限もない。

< (3) 使用 >

接触センサー装置 1 への接触物の接触により生じた検出応答波ベクトル D V から、接触強度と接触位置を求める方法について説明する。

図 6 は、検出応答波ベクトルから、接触情報を検出す方法の一例を示すフローチャートである。接触の有無にかかわらず、信号処理部 6 は送受信部 5 を介して、柔軟物 3 内に含まれる全ての I C タグに対して質問波を送信する（ステップ S 1 1）。

【0031】

質問波を受信した I C タグは、それぞれ応答波を発信する。この際、各 I C タグの R F 回路は、各 I C タグの ROM に記録される各 I C タグの I D を取得し、信号として、応答波に搬送させる。接触センサー装置 1 の信号処理部 6 は、送受信アンテナ 4 と送受信部 5 を経由して、各 I C タグからの応答波を受信する（ステップ S 1 2）。

【0032】

接触センサー装置 1 の信号処理部 6 は、各 I C タグからの応答波の強度から、上述した各 I C タグ毎の基本応答波の強度を減算して、各 I C タグ毎の応答波の強度の変化を算出する。図 7 は、接触センサー装置 1 において取得された検出応答波ベクトル D V の内容の一例を示すテーブルである。図 7 を参照して、I C タグの I D である I D 1、I D 2、…、I D i、…、I D N について、応答波の強度の変化は、それぞれ V 1、V 2、…、V i、…、V N となっている。

【0033】

図 8 は、検出応答波ベクトル D V から、接触情報を検出す方法の一例を示す概念図である。図 8 の検出応答波ベクトル D V の部分を参照して、I C タグの I D が I D 1、I D 2、I D 3 の 3 つであるとき、各 I C タグの応答強度の変化をそれぞれ V 1、V 2、V 3 とする。3 次元グラフの各次元に I C タグの I D が I D 1、I D 2、I D 3 の 3 つを割り当て、対応する応答波強度の変化 V 1、V 2、V 3 を記入する。すると、柔軟物 3 への上記接触があった場合の検出応答波ベクトル D V が得られる。検出応答波ベクトル D V の方向は、次元である I C タグの I D の合成方向である。検出応答波ベクトル D V の強度は、前記 I D に対応する応答波の強度の変化を合成した強度によって表現できる。ここで、説明の簡単のために、図 5 と同様に、I C タグの I D が 3 つの 3 次元の場合を例示したが、I C タグの I D の数は 3 つに限らず、その数には上限も下限もない。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

図 8 の検出応答波ベクトル D V からの接触情報の取得で説明したように、全ての I C タグについての応答波強度の変化から、検出応答波ベクトル D V を生成する（ステップ S 13）。

【 0 0 3 5 】

次に、検出応答波ベクトル D V を構成する全ての I C タグのうち、いずれかの I C タグにおける応答波強度の変化が零でないか検出する（ステップ S 14）。いずれかの I C タグにおける応答波強度の変化が零でないことが検出された場合には、非零値が検出されたことになる（Y E S）。非零値が検出された場合には、接触が発生したとして、ステップ S 15 に移行する。一方、いずれの I C タグにおいても、非零値が検出されなかった場合（N O）、接触が発生しなかったと判定し、ステップ S 18 へ移行する。ステップ S 18 では、処理の終了をするか判断する（ステップ S 18）。処理の終了をする場合（Y E S）は、信号処理部 6 は処理を終了する。処理の終了をしない場合（N O）は、ステップ S 11 に戻り、送受信部 5 は、新たに全ての I C タグへ質問波を送信する。なお、ここで、非零値とは完全な零以外の値を示さなくてもよい。例えば、所定値以上を非零値としてもよい。これは、接触センサー装置 1 内のノイズ等がある場合には、応答波強度の変化が完全な零とならない場合があるからである。10

【 0 0 3 6 】

接触が発生したと判定された場合には、検出応答波ベクトル D V に同一又は類似する参考応答波ベクトル R V が、参照情報記録部 7 に記録されているか照合する（ステップ S 15）。図 8 を参照して、照合は次元の合成である I C タグの合成方向と応答波ベクトルの強度で対比する。検出応答波ベクトル D V は、参考応答波ベクトルと、次元の合成方向である I C タグの I D の合成方向と応答波の強度の変化の合成強度の 2 要素の同一又は近似によって表現できる。例えば、検出応答波ベクトル D V と参考応答波ベクトル R V の応答波について、I C タグの I D の合成方向の相関係数が所定値以上であり、かつ、合成強度の相関係数が所定値以上である場合に、照合が成功としてよい。ここで、相関係数としては内積相関値等が利用できる。20

【 0 0 3 7 】

なお、例えば、検出応答波ベクトル D V は、図 7 の V 1、V 2、…、V i、…、V N から求められる。参考応答波ベクトル R V は、図 4 の各接触情報の番号に対応した V j 1、V j 2、…、V j i、…、V j N から求められる。30

【 0 0 3 8 】

照合が成功した場合（Y E S）には、ステップ S 16 に移行する。照合が失敗した場合（N O）には、ステップ S 17 に移行する。照合が成功した場合（Y E S）には、図 8 を参照して、信号処理部 6 は、照合が成功した参考応答波ベクトル R V に対応する接触情報を、参照情報記録部 7 より取得する。取得した接触情報は、図示しない他の装置等に通知する（ステップ S 16）。通知する接触情報は、接触位置、接触強度、または接触位置及び接触強度等である。通知後は、ステップ S 18 に移行し、処理の終了をするか判断する（ステップ S 18）。処理の終了をする場合（Y E S）は、信号処理部 6 は処理を終了する。処理の終了をしない場合（N O）は、ステップ S 11 に戻り、送受信部 5 は、新たに全 I C タグへ質問波を送信する。40

【 0 0 3 9 】

照合が失敗した場合（N O）には、信号処理部 6 は、接触の内容が特定できないものとして、接触の発生のみを図示しない他の装置等に通知する（ステップ S 17）。通知後は、ステップ S 18 に移行し、処理の終了をするか判断する（ステップ S 18）。処理の終了をする場合（Y E S）は、信号処理部 6 は処理を終了する。一方、処理の終了をしない場合（N O）は、ステップ S 11 に戻り、送受信部 5 は、新たに全ての I C タグへ質問波を送信する。

【 0 0 4 0 】

なお、接触センサー装置 1 の信号処理部 6 は、各 I C タグからの応答波の強度から、各50

I C タグ毎の基本応答波の強度を減算して、各 I C タグ毎の応答波の強度の変化を算出するものとして説明したが、実施例 1 はこれに限らない。各 I C タグからの応答波の強度を直接求めてよい。この場合、参照応答波ベクトルも検出応答波ベクトルも I D を次元とする応答波の強度変化に代えて、I D を次元とする応答波の強度により生成して比較に供する。

【0041】

以上、実施例 1 によれば、大量のセンサー素子 2 を混入した柔軟物を用いることで、接触位置と接触強度の検出精度が高い接触センサー装置を提供できる。また、大量のセンサー素子を個々に識別可能に柔軟物に混入できるために、柔軟物上の接触物の接触位置と接触圧を推定可能な範囲を広くできる接触センサー装置を提供することができる。さらに、センサー素子 2 として、I C タグを用いた場合には、コイルの変形による発振周波数の変化を用いた素子のような可動部分が無いため、耐故障性が高い。10

【0042】

【実施例 2】

実施例 1 では、接触物 9 によって接触を受ける接触センサー装置 1 を説明した。実施例 2 では、さらに接触物が何であるかを判定して通知する。実施例 2 の接触センサー装置 1 の構成は、実施例 1 の接触センサー装置 1 の構成と基本的に同一である。以下、接触センサー装置 1 について、接触センサー装置 1 との相違点を説明する。

【0043】

図 9 は、実施例 2 による接触センサー装置 1 に接触物が接触した場合の一例を示す構成図である。図 9において、接触物 9 1 には、センサー素子 2 が取り付けられている。センサー素子 2 は、例えば I C タグである。図 9においては、接触物 9 1 に I C タグ 9 1 1 及び 9 1 2 が取り付けられている。I C タグ 9 2 1 が取り付けられた接触物 9 2 は接触センサー装置 1 の接触部 3 1 に接していない。20

【0044】

図 10 は、実施例 2 の接触センサー装置 1 において取得された参照情報の一例を示すテーブルである。このテーブルは、実施例 1 の(2)参照情報の学習に従って取得される。

【0045】

送受信アンテナ 4 は、I C タグ 2 1 から 2 7 だけではなく、I C タグ 9 1 1 及び 9 1 2 にも質問波を送信する。送受信部 5 は、送受信アンテナ 4 によって質問波を送信する。また、送受信部 5 は、送受信アンテナ 4 が I C タグ 2 1 から 2 7 だけではなく、I C タグ 9 1 1 及び 9 1 2 から受信した応答波を受信する。信号処理部 6 は、送受信部 5 が受信した応答波を受信する。信号処理部 6 は、応答波に含まれる複数の I C タグ 2 1 から 2 7 だけではなく、I C タグ 9 1 1 及び 9 1 2 の I D と質問波に対する応答内容を処理する。参照情報記録部 7 は、信号処理部 6 に接続され、複数の I C タグ 2 1 から 2 7 だけではなく、I C タグ 9 1 1 及び 9 1 2 に関する参照情報を記録する。30

【0046】

図 11 は、実施例 2 の接触センサー装置において取得された検出応答波ベクトルの内容の一例を示すテーブルである。このテーブルは実施例 1 の(3)使用に従って取得される。40

【0047】

図 10 と図 11 を参照して、接触センサー装置 1 への接触物の接触により生じた検出応答波ベクトル D V から、接触強度と接触位置を求める方法について説明する。図 6 のステップ S 1 2 で、質問波を受信した I C タグ 2 1 から 2 7 (I D 1 から I D 7) は、それぞれ応答波を発信する。この際、各 I C タグの R F 回路は、各 I C タグの R O M に記録される各 I C タグの I D を取得し、信号として、応答波に搬送させる。接触センサー装置 1 の信号処理部 6 は、送受信アンテナ 4 と送受信部 5 を経由して、I C タグ 2 1 から 2 7 (I D 1 から I D 7) からの応答波を受信する。

【0048】

接触センサー装置 1 の信号処理部 6 は、各 I C タグからの応答波の強度から、上述した50

各 I C タグの基本応答波の強度を減算して、各 I C タグの応答波の強度の変化を算出する。図 11 は、実施例 2 の接触センサー装置において取得された検出応答波ベクトルの内容の一例を示すテーブル。図 11 を参照して、I C タグの I D である I D 1 から I D 7 について、応答波の強度の変化は、それぞれ -0.4、0.5、0、0.2、0、0、1、1 となっている。

【0049】

図 6 のステップ S 13 で、I C タグ 21 から 27 (I D 1 から I D 7) についての応答波強度の変化から、検出応答波ベクトル DV を生成する (図 8 参照)。

【0050】

次に、図 6 のステップ S 14 で、検出応答波ベクトル DV を構成する全ての I C タグのうち、いずれかの I C タグにおける応答波強度の変化が零でないか検出する。I D 1、I D 2、及び I D 4 の I C タグにおける応答波強度の変化が零でないので (YES)、接触が発生したと判定される。

【0051】

次に、図 6 のステップ S 15 で、検出応答波ベクトル DV に同一又は類似する参照応答波ベクトル RV が、参照情報記録部 7 に記録されているか照合する。図 10 の接触情報の番号 T 2 に対応する参照応答波ベクトル RV は、I C タグの I D である I D 1 から I D 7 について、応答波の強度の変化は、それぞれ -0.3、0.5、0、0.2、0、0、0 である。図 11 を図 10 に照合すると、I D 1 の応答波の強度の変化について、検出応答波ベクトル DV においては -0.4 に対して、接触番号 T 2 の参照応答波ベクトル RV においては -0.3 である以外は一致する。そこで、所定の相関関係が認められるとして、検出応答波ベクトル DV が、接触番号 T 2 の参照応答波ベクトル RV と類似すると判定する (YES)。

【0052】

照合が成功した (YES) ので、図 6 のステップ S 16 で、信号処理部 6 は、照合が成功した参照応答波ベクトル RV に対応する接触情報番号 T 2 に対応する接触位置 1 と接触強度 2 を、参照情報記録部 7 より取得する。取得した接触情報は、図示しない他の装置、例えば、表示装置に通知する。

【0053】

実施例 2 の接触センサー装置 1 を実施するには、上述の手順 (1)、(2)、及び (3) に加え、例えば、以下の手順を行う。(4) 複数の接触物の I C タグの I D を取得して、接触物と I D との対応テーブルを作成保存する。また、接触物の接触箇所と参照応答波ベクトルを対応付けて保存する (接触物の学習)。(5) 接触物を柔軟物に接触させて接触物と接触位置を判定する。以下、手順 (4) と (5) について説明する。

< (4) 接触物と I D との対応テーブル作成と接触物の接触箇所と参照応答波ベクトルの対応付け >

図 9 を参照して、接触物 91 が柔軟物 3 に接触した状態で、送受信部 5 から質問波が送信されると、各 I C タグ 21 から 27 だけではなく、接触物 91 に取り付けられた I C タグ 911 及び 912 にも質問波が受信される。I C タグ 21 から 27 と I C タグ 911 及び 912 内の各 RF 回路は各 ROM より I D を取得するとともに、質問波に対する応答波を生成する。I C タグ 21 から 27 と I C タグ 911 及び 912 は、それぞれの I D を信号として、応答波に搬送させて送信する。

【0054】

信号処理部 6 は、応答波を受信することで、I C タグ 21 から 27 と I C タグ 911 及び 912 の I D を取得する。信号処理部 6 では、I C タグ 21 から 27 と I C タグ 911 及び 912 の I D から I C タグ 21 から 27 の I D を削除し、残った I C タグ 911 の I D 8 及び I C タグ 912 の I D 9 を接触物 91 に含まれる I C タグを特定する情報として、参照情報記録部 7 に記録する。この際、接触物 91 の名称と接触物 91 に取り付けられた I C タグの I D とを対応させてテーブルの形で保存する。

【0055】

10

20

30

40

50

図12は、接触物の名称と接触物に取り付けられたICタグのIDの集合との一例による対応テーブルである。接触物の名称O1、O2、…、Ok、…、OLに対して、ICタグのIDの集合S1、S2、…、Sk、…、SLがそれぞれ対応している。接触物O1に対応するICタグのIDの集合S1には、ID8とID9が含まれる。

【0056】

同様に、図9を参照して、接触物91に代えて接触物92を柔軟物に接触させて、質問波に対する応答波を取得する場合を考える。この場合、図12を参照して、ICタグ921のID10を接触物92に含まれるICタグ921を特定する情報として、参照情報記録部7内のテーブルに記録する。

【0057】

このように、接触センサー装置1は、各接触物O1、O2、…、Ok、…、OL毎に、それぞれに取り付けられたICタグからの応答波をアンテナ4で受信する。この際、信号処理部6は、接触物O1、O2、…、Ok、…、OLが柔軟物に接触する接触物O1、O2、…、Ok、…、OL上の位置と、参照応答波ベクトルRVとを対応付けて、参照情報とする。

【0058】

接触物O1、O2、…、Ok、…、OLが柔軟物に接触する接触物O1、O2、…、Ok、…、OL上の位置が変わると、接触物O1、O2、…、Ok、…、OLに取り付けられたICタグと送受信アンテナ4との相対的な位置関係が変わる。すると、これらのICタグからの応答波の強度も変化する。従って、参照応答波ベクトルRVも接触物O1、O2、…、Ok、…、OLが柔軟物3に接触する接触物O1、O2、…、Ok、…、OL上の位置の変化に伴って変化する。接触物O1、O2、…、Ok、…、OLが柔軟物3に接触する接触物O1、O2、…、Ok、…、OL上の位置の変化と参照応答波ベクトルRVとの対応関係もテーブル(図示せず)にして、参照情報として参照情報記録部7に保存する。

【0059】

参照情報は、信号処理部6が、参照情報記録部7に保存する。応答波の強度の変化は、ICタグの応答波の強度から、そのICタグの基本応答波の強度を減算することで得られる。なお、参照応答波ベクトルRVは、次元の合成方向であるICタグのIDの合成方向と応答波の強度の変化の合成強度で得られる。これらの点は、実施例1の(2)参照情報の学習で説明したのと同様である。

<(5) 接触物と接触位置を判定>

図13は、接触物とその接触位置を判定する方法の一例を示すフローチャートである。処理が開始されると、ステップS21では、接触が発生したかを判定する。具体的には、図6のステップS11からステップS14までを信号処理部6が実行する。ステップS14で、検出応答波ベクトルが非零値を持つと判断された場合、接触物により接触が発生したとする(YES)。接触物により接触が発生した場合(YES)、ステップS22へ移行する。一方、ステップS14で、検出応答波ベクトルが非零値を持つと判断されない場合、接触物による接触は発生していないとし(NO)、ステップS24に移行する。

【0060】

図13を参照して、図9の場合、ステップS22では、信号処理部6が、前記ステップS12で取得したICタグ21から27と接触物91のICタグのID中、前記(4)の工程で参照情報記録部7に記録した柔軟物3に含まれるICタグ21から27のIDと比較する。これらのIDの差分が、接触物91のICタグのIDとなる。IDの差分を、図12のテーブルに記録されたICタグのIDの集合に含まれるIDと比較する。IDの差分と、ICタグのIDの集合S1、S2、…、Sk、…、SLのいずれかに含まれるIDとが一致すれば、接触物91の名称は判定できる。

【0061】

図11を参照して、ICタグ21から27のID1からID7と接触物91のICタグのID8とID9のうち、IDの差分は、接触物91のICタグのID8とID9である

10

20

30

40

50

。このIDの差分ID8とID9は、図12のID集合S1に含まれるID8とID9に該当する。よって、接触物91の名称はO1と特定できる。

【0062】

更に、図6を参照して、実施例1のステップ13に対応する工程を実行する。つまり、IDの差分とICタグのIDの集合に含まれるIDとが一致した場合(YES)、信号処理部6は、前記ステップS12に対応する工程で取得した接触物のICタグの応答波の強度から基本応答波の強度を減算して、応答波の強度の変化を求める。信号処理部6は、ICタグ毎の応答波の強度の変化から検出応答波ベクトルを求める。

【0063】

更に、ステップS22では、接触物に対応するICタグの検出応答波ベクトルが参照応答波ベクトルと同一又は類似か判定する。具体的には、図6を参照して、実施例1のステップS15からステップS18に対応する工程を実行する。但し、ステップS16では、照合が成功した場合(YES)には、信号処理部6は、照合が成功した参照応答波ベクトルに対応する接触物の柔軟体3上の接触位置を、参照情報記録部7より取得する。

10

【0064】

以上のようにして、接触物に対応するICタグの検出応答波ベクトルが参照応答波ベクトルと同一又は類似であると判定した場合(YES)、ステップS23に移行する。一方、そうでない場合(NO)、ステップS24に移行する。

【0065】

ステップS23では、信号処理部6が、前記ステップS22で判定された接触物の名称と接触物の柔軟体上の接触位置を、図示しない他の装置等に通知する。その後、ステップS24に移行する。

20

【0066】

ステップS24では、処理の終了をするか判断する。処理の終了をする場合(YES)は、信号処理部6は処理を終了する。処理の終了をしない場合(NO)は、ステップS21に戻り、処理を続行する。

【0067】

実施例2によれば、接触される柔軟物上の接触位置と接触強度だけでなく、接触する接触物の名称と接触した位置も検出可能となる。これにより、接触センサー装置の機能を拡大して様々な実用場面に適合させることができる。

30

【0068】

[実施例3]

実施例1及び実施例2では、センサー素子2である全てのICタグについて、応答波の強度を計測することができた。しかし、送受信アンテナ4で受信可能な範囲に存在するICタグの数が増加した場合、増加したICタグの読出す分だけ余分に時間がかかる。接触センサー装置1における処理の所要時間は、利便性の上で向上させることができ望ましい。ここで、接触センサー装置1における処理の所要時間は、例えば、接触情報の取得のための時間を短縮することで達成できる。

【0069】

そこで、効率的な応答波の強度の計測の一例として、全てのICタグではなく一部のICタグからの応答波のみを処理すること(ICタグ読み取り数の低減)が考えられる。

40

【0070】

このため、実施例1の手順(2)において、参照情報の学習をする際に、接触情報(接触位置と接触強度の組み合わせ)の分類を可能とする最小限のICタグを特定する。実施例1の手順(2)において、接触センサー装置1の柔軟物3への接触を生じさせる様々な接触情報(接触位置と接触強度の組み合わせ)毎に、応答波が変化したICタグのIDを取得する。次に、逆に、応答波が変化したICタグのIDから、接触情報がたどれるよう木構造を作成する。

【0071】

図14は、参照情報取得時のICタグのIDと接触情報との関係の一例を示した木構造

50

の図である。図14中、木構造のノードにあるID1からID7までは、参照応答波の強度の変化を示したICタグのIDを示す。木構造のリーフノードにあるCG1からCG8までは、接触情報の集合を示す。接触情報には、接触位置と接触強度が含まれる。

【0072】

図15は、実施例3の検出応答波ベクトルから、接触情報を検出する方法の一例を示すフローチャートである。図14と図15とを参照して、信号処理部6において、接触情報を取得する処理について説明する。最初に、木構造の先頭のICタグを処理対象として設定する(ステップS31)。例えば、図14を参照して、ID1のICタグが先頭にあるICタグであるため、ID1のICタグを処理対象として設定する。

【0073】

次に、処理対象のICタグへ質問波を送信する(ステップS32)。次に、処理対象のICタグから応答波を受信する(ステップS33)。次に、ICタグの応答波の強度の変化の有無に応じて、リンク先のIDを処理対象として設定する(ステップS34)。次にリンク先のノードが、リーフノードか判定する(ステップS35)。ここで、リンク先のノードが、選択肢のない末端にあるリーフノードである場合(YES)、接触情報の候補を含む接触情報集合から検出応答波ベクトルDVと同一又は類似する参照応答波ベクトルに対応する接触情報を特定し通知する(ステップS36)。通知は、図示しない他の装置等に対して行われる。例えば、他の装置とは、表示装置である。なお、リンク先のノードが、リーフノードである場合(YES)、接触情報の候補が無ければ、接触が無いと判定して、図示しない他の装置等に対して通知する(ステップS36)。一方、リンク先のノードが、リーフノードでなければ(NO)、リンク先のIDを処理対象に設定する(ステップS37)。ステップS37の後、ステップS32へ戻り処理対象のICタグへ質問波を送信する。

10

【0074】

例えば、図14を参照して、ID1のICタグからの応答波に強度の変化があれば(YES)、ID2のICタグからの応答波の処理を行う。ID1のICタグからの応答波に強度の変化がなければ(NO)、ID3のICタグからの応答波の処理を行う。ID2のICタグからの応答波の処理を行う場合、ID2のICタグからの応答波に強度の変化があれば(YES)、ID4のICタグからの応答波の処理を行う。一方、ID2のICタグからの応答波に強度の変化がなければ(NO)、ID5のICタグからの応答波の処理を行う。

20

【0075】

ID4のICタグからの応答波に強度の変化があれば(YES)、CG1に含まれる接触情報の候補(接触位置と接触強度の組み合わせ)のいずれかが、ステップS36で特定する接触情報となる。そこで、ID1、ID2、及びID4の応答波の強度の変化を用いて検出応答波ベクトルDVで生成する。また、検出応答波ベクトルDVと同一又はこれに類似する参照応答波ベクトルRVに対応する接触位置と接触強度の組み合わせを、接触情報として通知する。

30

【0076】

同様にして、木構造のリーフノードに存在する接触情報集合CG2からCG7についても、それぞれ、それら接触情報集合CG2からCG7に含まれる接触位置と接触強度の組み合わせのいずれかがステップS36で求める接触情報となる。

40

【0077】

なお、最初に、ID1のICタグからの応答波に強度の変化がなければ(NO)、ID3のICタグからの応答波の処理を行う。ID3のICタグからの応答波に強度の変化がなければ(NO)、ID6のICタグからの応答波の処理を行う。ID6のICタグからの応答波に強度の変化がなければ(NO)、接触情報集合CG8に到る。ここで、接触情報集合CG8に到った場合は、木構造中のICタグのいずれからの応答波にも強度の変化がない。つまり、対応する接触情報は無いこと(空集合)になる。この場合、接触情報集合CG8に含まれる接触情報の候補(接触位置と接触強度の組み合わせ)は、存在せず、

50

接触が無いことを通知する。

【0078】

図15を参照して、ステップS36の終了後、処理を終了するか選択する(ステップS38)。処理を終了する場合(YES)、処理は終わる。一方、処理を終了しない場合(NO)、ステップS31に戻り、次の接触情報の取得を行う。

【0079】

なお、上述した例では、読み出し順をID1のICタグからとした。しかし、どのICタグから順番に応答波の強度の変化を算出して図14に沿って処理を行うかは、事前に任意に決定してよい。

【0080】

10

[実施例4]

実施例3では、センサー素子2であるICタグの一部について、応答波の強度を計測することで、接触情報の取得のための時間を短縮した。

【0081】

ここで、実際の使用時において発生する接触の頻度には、その接触位置や接触強度に応じた、偏りがある。そこで、実施例4では、応答波が変化する頻度の高いICタグを、より優先的に読み出せるように木構造上の選択に重み付けを行う。これにより、接触情報の取得のための時間をさらに短縮できる。

【0082】

20

図16は、木構造の一例による図である。例えば、接触の判定をしたい柔軟物の表面が広い場合、実施例3の木構造では、図16のように応答波強度の有無について、無(NO)が続くバランスの悪い形状になることがある。この場合、接触の判定に有効なICタグの処理までに、無駄な処理が起こる可能性がある。図16を参照して、求めるべき接触情報が含まれる部分木101に到達するまでに、いくつものNOの選択を経なければならない場合がある。このような場合、接触情報の取得のための時間を短縮するには、接触判定に有効なICタグ応答を得るまでの読み出し数を減少させることが有効である。

【0083】

30

図17は、実施例4における木構造の再学習を説明するフローチャートである。図17を参照して、実施例4における木構造の再学習を説明する。処理を開始してから、まず経過時間を初期化する(ステップS41)。次に、図15を参照して、実施例3で説明したように、ステップS31からステップS37に沿って、接触があるかないかを判定する(ステップS42)。接触があれば(YES)、信号処理部6は、参照情報記録部7に特定した接触情報を記録する(ステップS43)。その後、処理はステップS44へ移行する。一方、接触がなければ(NO)、処理はステップS44へ移行する。

【0084】

次に、経過時間が、任意の設定値を超えたか判定する(ステップS44)。経過時間が、任意の設定時間を超えている場合(YES)、ステップS45へ移行する。経過時間が、任意の設定時間を超えていない場合(NO)、ステップS42へ移行する。

【0085】

40

ステップS45では、ステップS42で得た接触の発生回数から、設定時間あたりの各接触の発生確率を再計算する。さらに、この再計算に基づいて、木構造を再学習する(ステップS45)。木構造の再学習は、例えば、設定時間あたりの発生確率が高い接触の接触情報が、木構造の上方に位置するよう配列する。具体的には、発生確率の高い接触の接触情報ほど、より少ないYES又はNOの選択で到達できるようにしてよい。図16を参照して、例えば、最も発生確率の高い接触の接触情報が部分木102のリーフノードに含まれるようにする。

【0086】

図18は、接触毎の発生確率を示したテーブルの一例である。図18を参照して、接触番号T1、T2、...、Tj、...、TMに対応して、設定時間内の接触回数は、それぞれn1、n2、...、nj、...、nMとなっている。n1、n2、...、nj、...、nMのうち、

50

接触回数が一番多いものを、発生確率が最も高いものとする。例えば、n₂が一番多ければ、対応する接触番号T₂の接触情報（接触位置L₂と接触強度P₂）（図4参照）を、部分木102のリーフノードに記録する。こうすることで、もっとも頻繁に接触の発生する接触情報（接触位置L₂と接触強度P₂）に迅速に到達できる。

【0087】

以上、実施例について詳述したが、この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範囲内において、上記実施例以外にも種々の変形及び変更が可能である。

【0088】

以上の実施例に関し、更に、以下の付記を開示する。

(付記1)

被接触物に埋め込まれた複数の無線ICタグと、

前記被接触物に外部から接触が発生することで位置変化する無線ICタグからの応答波の強度に基づいて、前記接触を推定する信号処理部と、を有することを特徴とする接触センサー装置。

(付記2)

前記複数の無線ICタグとの間で、前記複数の無線ICタグに対応する複数の質問波と、前記複数の質問波に応答して前記複数の無線ICタグから発信された応答波と、を送受信する送受信装置を更に有し、

前記信号処理部は、前記送受信装置に接続されており、前記被接触物に外部から接触が発生することで位置変化した無線ICタグに対応した応答波の強度を、予め取得してある接触情報と前記複数の無線ICタグに対応した応答波の強度の関係と比較することで、前記接触に関する接触情報を推定することを特徴とする付記1に記載の接触センサー装置。

(付記3)

前記被接触物に外部から接触が発生することで位置変化する無線ICタグは、応答波に搬送されるIDを用いて一意に特定可能である付記1又は付記2に記載の接触センサー装置。

(付記4)

前記被接触物に外部から接触が発生して無線ICタグが位置変化する時、前記送受信装置が、位置変化した無線ICタグから受信する応答波の強度が変化する付記1から付記3のいずれかに記載の接触センサー装置。

(付記5)

前記複数の無線ICタグ毎の応答波の強度は、前記複数の無線ICタグのIDと前記複数の無線ICタグ毎の応答波の強度を用いて生成した応答波ベクトルである付記1から付記4のいずれかに記載の接触センサー装置。

(付記6)

前記複数の無線ICタグ毎の応答波の強度の関係は、前記複数の無線ICタグのID前記接触情報と前記複数の無線ICタグ毎の応答波の強度とを関係付ける関連付けテーブルである付記1から付記5のいずれかに記載の接触センサー装置。

(付記7)

前記信号処理部は、前記被接触物に外部から接触が発生することで位置変化する無線ICタグの応答波を取得する際に、前記応答波を発信した無線ICタグのIDを取得可能であり、前記IDと前記IDに対応する無線ICタグの応答波の強度を用いて、検出応答波ベクトルを生成し、

前記予め取得してある接触情報と前記複数の無線ICタグ毎の応答波の強度の関係は、前記予め取得してある接触情報と前記接触情報における前記複数の無線ICタグ毎の応答波の強度を用いて生成された参照応答波ベクトルとの対応関係を示すテーブルであることを特徴とする付記1から付記6のいずれかに記載の接触センサー装置。

(付記8)

前記被接触物が外部から接触される位置に、被接触物の強度を補う接触部が備えられた

10

20

30

40

50

ことを特徴とする付記 1 から付記 7 のいずれかに記載の接触センサー装置。

(付記 9)

外部からの接触は、無線 I C タグが取り付けられた接触物によって発生し、

前記送受信装置は、前記接触物に取り付けられた無線 I C タグに対応する質問波と、前記質問波に応答して前記無線 I C タグから発信され、前記無線 I C タグの I D を含む応答波と、を送受信し、

前記信号処理部は、前記応答波に含まれる I D に基づいて、前記接触物と前記接触物の接触位置を特定可能な付記 1 から付記 8 のいずれかに記載の接触センサー装置。

(付記 10)

前記無線 I C タグの I D を含む応答波の強度に基づいて、前記無線 I C タグの前記被接触物への、前記接触物の接触位置を推定することを特徴とする付記 9 に記載の接触センサー装置。

10

(付記 11)

前記信号処理部は、前記被接触物に外部から接触が発生することで位置変化する無線 I C タグの応答波の強度を、予め取得してある接触情報と前記複数の無線 I C タグ毎の応答波の強度の関係と比較する際に、前記複数の無線 I C タグに応答波の強度の変化が生じたかを順次判定することで、該当する前記接触情報を推定する付記 1 から付記 10 のいずれかに記載の接触センサー装置。

(付記 12)

前記信号処理部は、発生する確率の高い接触に対応する前記接触情報に優先的に到達するように前記接触情報を推定する付記 11 に記載の接触センサー装置。

20

(付記 13)

複数の無線 I C タグが埋め込まれた被接触物に質問波を送信し、

前記複数の無線 I C タグからの応答波を受信し、

接触により位置変化した無線 I C タグからの応答波の強度に基づいて、前記接触に関する接触情報を推定する接触情報の検出方法。

【符号の説明】

【0089】

1 接触センサー装置

30

2 センサー素子

3 柔軟物

4 送受信アンテナ

5 送受信部

6 信号処理部

7 参照情報記録部

8 電力供給部

21、22、23、24、25、26、27 I C タグ

31 接触部

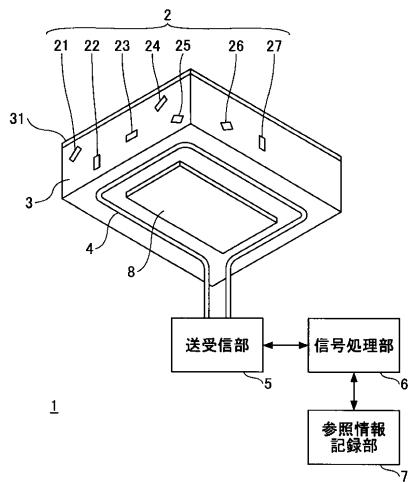
9、91、92 接触物

911、912、913 I C タグ

40

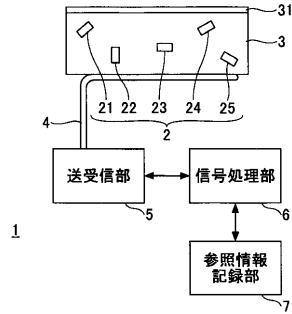
【図1】

実施例1による接触センサー装置の一例を斜め下方からみた構成図



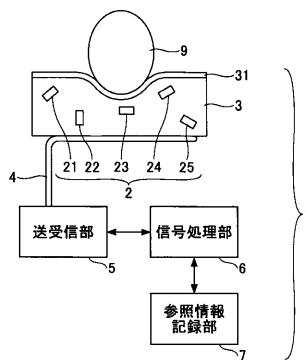
【図2】

図1に示した接触センサー装置を側方からみた構成図



【図3】

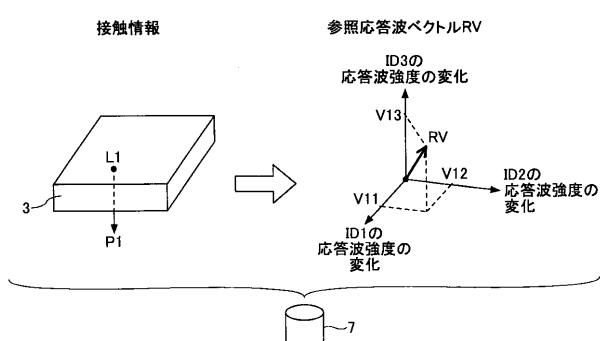
図2に示した接触センサー装置に接触物が接触した場合の一例を示す構成図 接触センサー装置において取得された参照情報の一例を示すテーブル

接触情報
参照情報ベクトル

	接触情報	接觸位置	接觸強度	ICタグID1	ICタグID2	...	ICタグID	IDN	...	...	...	...
T1	L1	P1	V11	V12	V21	...	Vij	...	Vij	...	Vij	...
T2	L2	P2	V22	...	...	...	Vij	...	Vij	...	Vij	...
...
Tj	Lj	Pj	Vj1	Vj2	...	...	Vmj	...	Vmj	...	Vmj	...
...
TM	LM	PM	VM1	VM2	...	...	VMi	...	VMi	...	VMi	...

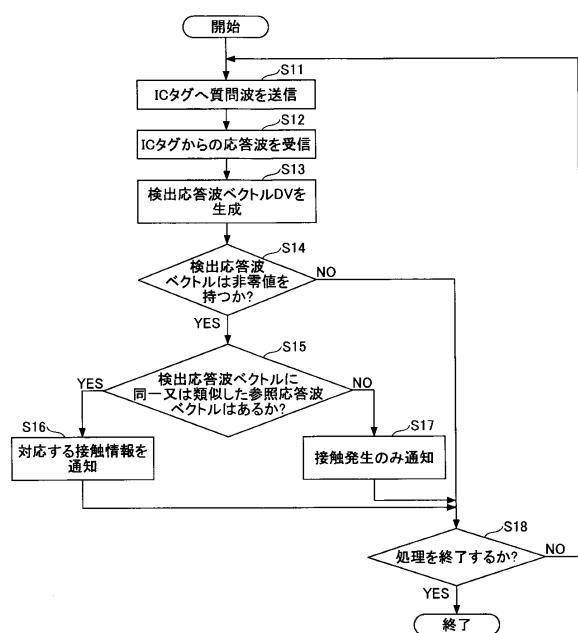
【図5】

参照情報記録部に記録されるテーブル中の接触位置と接觸強度の組み合わせと、参照応答波ベクトルと、を説明する概念図



【図6】

検出応答波ベクトルから、接觸情報を取得する方法の一例を示すフローチャート



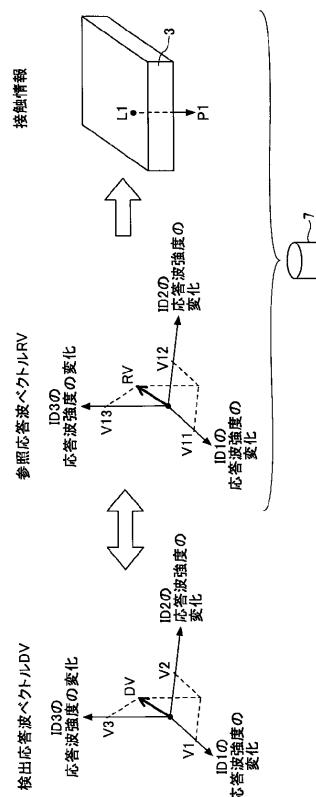
【図7】

接觸センサー装置において
取得された検出応答波ベクトルの内容の一例を示すテーブル

検出応答波ベクトル					
ICタグ ID1	ICタグ ID2	...	ICタグ IDi	...	ICタグ IDN
V1	V2	...	Vi	...	VN

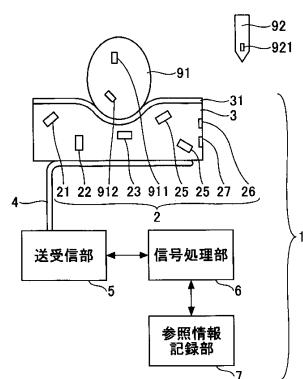
【図8】

検出応答波ベクトルから、接觸情報を取得する方法の一例を示す概念図



【図9】

実施例2による接触センサー装置に接触物が接触した場合の一例を示す構成図



【図10】

実施例2の接触センサー装置において
取得された参照情報の一例を示すテーブル

参照応答波ベクトル									
番号	接觸位置	接觸強度	接觸情報						
			ICタグ ID1	ICタグ ID2	ICタグ ID3	ICタグ ID4	ICタグ ID5	ICタグ ID6	ICタグ ID7
T1	1	1	0	0.3	0	0.1	0	0	0
T2	1	2	-0.3	0.5	0	0.2	0	0	0
T3	1	3	-0.6	0.8	0.2	0.3	0	0	0
T4	2	1	0	0	0	0.1	0.5	0.3	0.1
T5	2	2	0	0	0	0.2	0.4	0.5	0.2
T6	2	3	0	0	0	0.3	0.3	0.8	0.3

【図11】

実施例2の接触センサー装置において
取得された検出応答波ベクトルの内容の一例を示すテーブル

検出応答波ベクトル									
ICタグ ID1	ICタグ ID2	ICタグ ID3	ICタグ ID4	ICタグ ID5	ICタグ ID6	ICタグ ID7	ICタグ ID8	ICタグ ID9	ICタグ ID9
-0.4	0.5	0	0.2	0	0	0	1	1	1

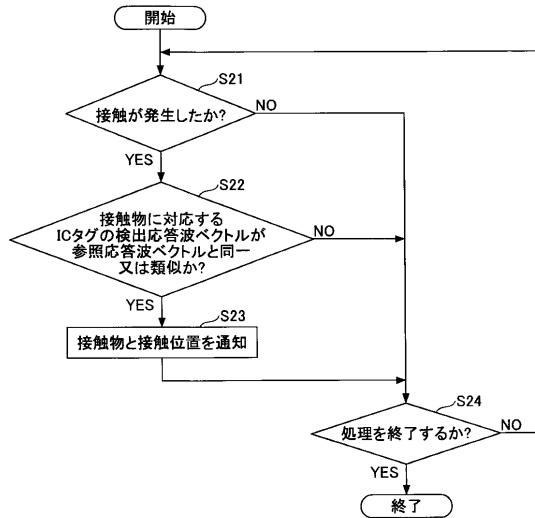
【図12】

接触物の名称と接触物に取り付けられたICタグのIDの集合との一例による
対応テーブル

接触物の名称						
ICタグの ID集合	O1	O2	...	Ok	...	OL
含まれる ID	S1 ID8 ID9	S2 ID10	...	Sk	...	SL ...

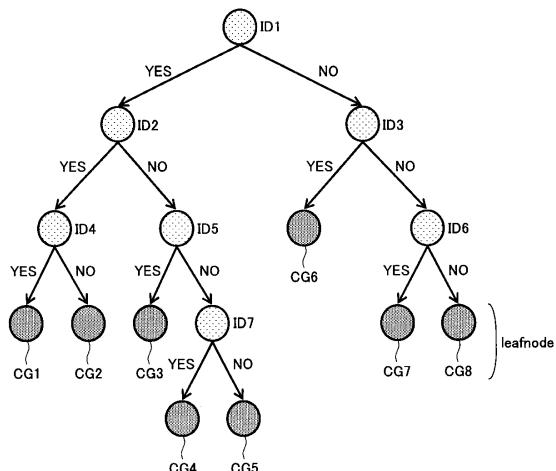
【図13】

接触物と接触位置を判定する方法の一例を示すフローチャート



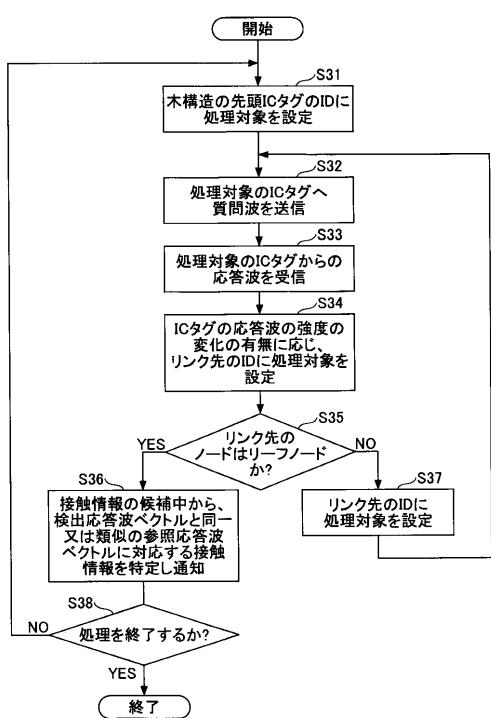
【図14】

参照情報取得時のタグIDと接触情報との関係の一例を示した木構造の図



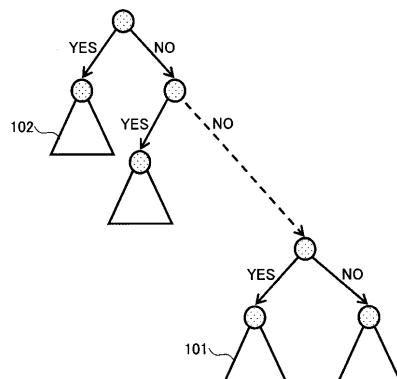
【図15】

実施例3における検出応答波ベクトルから、接触情報を取得する方法の一例を示すフローチャート



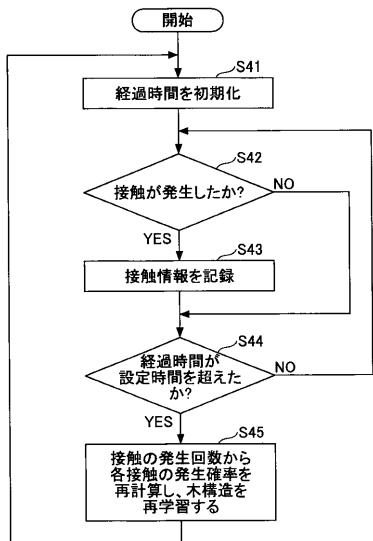
【図16】

木構造の一例による図



【図17】

実施例4における木構造の再学習を説明するフローチャート



【図18】

接触毎の発生確率を示したテーブルの一例

接触番号 T1	接触番号 T2	...	接触番号 Tj	...	接触番号 TM
n1	n2	...	nj	...	nM

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2011/135886(WO,A1)
特開平11-245190(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 K 7 / 00 - 7 / 14
G 01 L 5 / 00 - 5 / 28
G 06 K 19 / 00 - 19 / 18
G 06 K 17 / 00