(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2014-190887
(P2014-190887A)
(43)公開日　平成26年10月6日(2014.10.6)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G01V 3/11	(2006.01)	G01V 3/11	C	2G053
G01N 27/72	(2006.01)	G01N 27/72		2G105

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 20 頁）

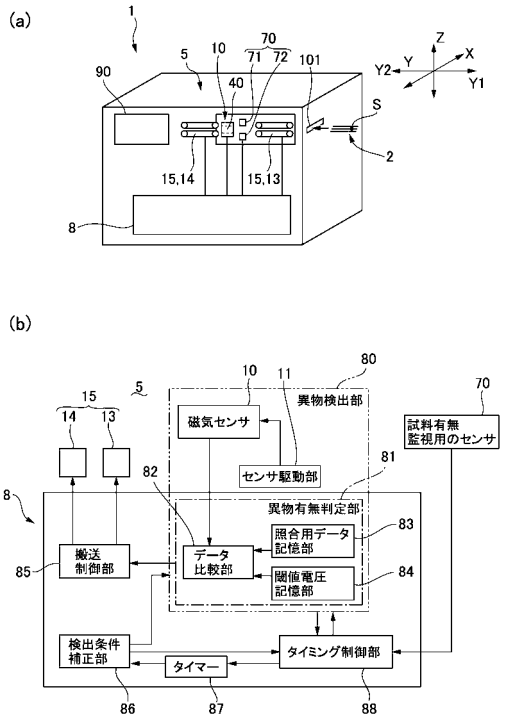
(21)出願番号　特願2013-67769(P2013-67769)
(22)出願日　平成25年3月28日(2013.3.28)

(71)出願人　000002233
日本電産サンキョー株式会社
長野県諏訪郡下諏訪町５３２９番地
(74)代理人　100090170
弁理士　横沢　志郎
(74)代理人　100125690
弁理士　小平　晋
(74)代理人　100142619
弁理士　河合　徹
(74)代理人　100153316
弁理士　河口　伸子
(72)発明者　百瀬　正吾
長野県諏訪郡下諏訪町５３２９番地　日本電産サンキョー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】異物検出装置および異物検出方法

(57)【要約】
【課題】検査対象試料には予め金属部分が設けられている場合でも、金属製の異物の有無を正確に判定することのできる異物検出装置、および異物検出方法を提供すること。
【解決手段】異物検出装置５は、検出エリア４０に搬入された紙幣２の磁気特性を検出する磁気センサ１０と、磁気センサ１０からの出力に基づいて紙幣２に金属製の異物が含まれているか否かを判定する異物有無判定部８１とを有している。異物有無判定部８１は、紙幣２が異物を含まないときに磁気センサ１０から出力される照合用データを記憶しておく照合用データ記憶部８３と、今回搬入された紙幣２の磁気特性を磁気センサ１０が検出したときの出力と照合用データとを比較して異物の有無の判定を行うデータ比較部８２とを有している。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
検出エリアに配置された磁気センサと、
該磁気センサからの出力に基づいて、前記検出エリアに搬入された検査対象試料に金属製の異物が含まれているか否かを判定する異物有無判定部と、
を有し、
前記異物有無判定部は、前記検出エリアに搬入された前記検査対象試料が前記異物を含まないときに前記磁気センサから出力される照合用データを記憶しておく照合用データ記憶部と、前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを比較して前記異物の有無の判定を行うデータ比較部と、を有していることを特徴とする異物検出装置。
【請求項２】
前記磁気センサは、前記検査対象試料の位置毎の磁気特性を検出可能に構成され、
前記照合用データ記憶部は、前記照合用データとして前記検査対象試料の位置毎のデータを記憶しており、
前記データ比較部は、前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを前記検査対象試料の位置毎に比較して前記異物の有無の判定を行うことを特徴とする請求項１に記載の異物検出装置。
【請求項３】
前記磁気センサは、前記検査対象試料の移動方向と交差する複数箇所で前記検査対象試料の位置毎の磁気特性を検出することを特徴とする請求項２に記載の異物検出装置。
【請求項４】
前記検出エリアに搬入された前記検査対象試料の量を監視する試料量監視手段を備え、
前記データ比較部は、前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを比較する際、前記試料量監視手段での前記量の監視結果に基づいて、前記量を同等とした条件での比較により、前記異物の有無の判定を行うことを特徴とする請求項１乃至３の何れか一項に記載の異物検出装置。
【請求項５】
前記異物の検出が実施される前の前記検査対象試料を前記検出エリアに搬入するとともに、前記異物の検出が実施された後の前記検査対象試料を前記検出エリアから搬出する搬送機構を有し、
前記試料量監視手段は、前記搬送機構が前記検査対象試料を保持したときの当該搬送機構の状態に基づいて前記検査対象試料の量を監視することを特徴とする請求項４に記載の異物検出装置。
【請求項６】
前記磁気センサは、前記検出エリアに交流磁界を発生させる励磁コイルと、前記交流磁界を検出する検出コイルと、を有していることを特徴とする請求項１乃至５の何れか一項に記載の異物検出装置。
【請求項７】
前記検査対象試料は、紙幣であることを特徴とする請求項１乃至６の何れか一項に記載の異物検出装置。
【請求項８】
検査エリアに搬入された検査対象試料に対して金属製の異物の有無を磁気センサによって検出する異物検出方法であって、
前記検出エリアに搬入された前記検査対象試料が前記異物を含まないときに前記磁気センサから出力される照合用データを記憶しておき、
前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを比較して前記異物の有無の判定を行う

ことを特徴とする異物検出方法。
【請求項９】
前記磁気センサは、前記検査対象試料の位置毎の磁気特性を検出し、
前記照合用データとして前記検査対象試料の位置毎のデータを記憶しておき、
前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを前記検査対象試料の位置毎に比較して前記異物の有無の判定を行うことを特徴とする請求項８に記載の異物検出方法。
【請求項１０】
前記検出エリアに搬入された前記検査対象試料の量を監視する試料量監視手段を設け、
前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを比較する際、前記量の監視結果に基づいて、前記量を同等とした条件での比較により、前記異物の有無の判定を行うことを特徴とする請求項８または９に記載の異物検出方法。
【請求項１１】
前記異物の検出が実施される前の前記検査対象試料を前記検出エリアに搬入するとともに、前記異物の検出が実施された後の前記検査対象試料を前記検出エリアから搬出する搬送機構を設け、
前記試料量監視手段は、前記搬送機構が前記検査対象試料を保持したときの状態に基づいて前記検査対象試料の量を監視することを特徴とする請求項１０に記載の異物検出方法。
【請求項１２】
前記検査対象試料は、紙幣であることを特徴とする請求項８乃至１１の何れか一項に記載の異物検出方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、検査対象試料に混在している金属材料を磁気的に検出する異物検出装置および異物検出方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
検査対象試料に混在している金属材料を磁気的に検出する装置として、食品や電池材料に混入している金属製の異物を磁気的に検出する装置が提案されている（例えば、特許文献１、２参照）。かかる特許文献１、２に記載の装置では、磁気センサで検出した検査対象試料の磁気特性に基づいて異物の有無を判定する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００４－２８９５５号公報
【特許文献２】特開２０１１－２４７７０９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、検査対象試料には予め金属部分が設けられている試料があり、このような試料の場合、金属部分を異物と誤検出するおそれがある。
【０００５】
以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、検査対象試料には予め金属部分が設けられている場合でも、金属製の異物の有無を正確に判定することのできる異物検出装置、および異物検出方法を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００６】

上記課題を解決するために、本発明に係る異物検出装置は、検出エリアに配置された磁気センサと、該磁気センサからの出力に基づいて、前記検出エリアに搬入された前記検査対象試料に金属製の異物が含まれているか否かを判定する異物有無判定部と、を有し、前記異物有無判定部は、前記検出エリアに搬入された前記検査対象試料が前記異物を含まないときに前記磁気センサから出力される照合用データを記憶しておく照合用データ記憶部と、前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを比較して前記異物の有無の判定を行うデータ比較部と、を有していることを特徴とする。

【０００７】

また、本発明は、検査エリアに搬入された検査対象試料に対して金属製の異物の有無を磁気センサによって検出する異物検出方法であって、前記検出エリアに搬入された検査対象試料が前記異物を含まないときに前記磁気センサから出力される照合用データを記憶しておき、前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを比較して前記異物の有無の判定を行うことを特徴とする。

【０００８】

本発明では、磁気センサからの出力に基づいて異物の有無を判定する際、検査対象試料が異物を含まないときに磁気センサから出力される照合用データとの比較を行う。このため、検査対象試料自身に金属部分が設けられている場合でも、異物の有無を誤検出しにくい。

【０００９】

本発明に係る異物検出装置において、前記磁気センサは、前記検査対象試料の位置毎の磁気特性を検出可能に構成され、前記照合用データ記憶部は、前記照合用データとして前記検査対象試料の位置毎のデータを記憶しており、前記データ比較部は、前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを前記検査対象試料の位置毎に比較して前記異物の有無の判定を行うことが好ましい。すなわち、本発明に係る異物検出方法において、前記磁気センサは、前記検査対象試料の位置毎の磁気特性を検出し、前記照合用データとして前記検査対象試料の位置毎のデータを記憶しておき、前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを前記検査対象試料の位置毎に比較して前記異物の有無の判定を行うことが好ましい。かかる構成によれば、検査対象試料に異物が混在しているか否かの誤検出がより発生しにくい。

【００１０】

本発明において、前記磁気センサは、前記検査対象試料の移動方向と交差する複数箇所で前記検査対象試料の位置毎の磁気特性を検出することが好ましい。かかる構成によれば、複数箇所の検出を短時間に行うことができる。

【００１１】

本発明に係る異物検出装置において、前記検出エリアに搬入された前記検査対象試料の量を監視する試料量監視手段を備え、前記データ比較部は、前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを比較する際、前記試料量監視手段での前記量の監視結果に基づいて、前記量を同等とした条件での比較により、前記異物の有無の判定を行うことが好ましい。すなわち、本発明に係る異物検出方法において、前記検出エリアに搬入された前記検査対象試料の量を監視する試料量監視手段を設け、前記異物の有無を検査すべき前記検査対象試料が前記検出エリアに搬入された状態での前記磁気センサからの出力と前記照合用データとを比較する際、前記量の監視結果に基づいて、前記量を同等とした条件での比較により、前記異物の有無の判定を行うことが好ましい。かかる構成によれば、検査対象試料自身に金属部分が設けられている場合、検査対象試料の量によって、異物の有無を誤検出することを防止することができる。

【００１２】
本発明に係る異物検出装置において、前記異物の検出が実施される前の前記検査対象試料を前記検出エリアに搬入するとともに、前記異物の検出が実施された後の前記検査対象試料を前記検出エリアから搬出する搬送機構を有し、前記試料量監視手段は、前記搬送機構が前記検査対象試料を保持したときの当該搬送機構の状態に基づいて前記検査対象試料の量を監視することが好ましい。すなわち、本発明に係る異物検出方法において、前記異物の検出が実施される前の前記検査対象試料を前記検出エリアに搬入するとともに、前記異物の検出が実施された後の前記検査対象試料を前記検出エリアから搬出する搬送機構を設け、前記試料量監視手段は、前記搬送機構が前記検査対象試料を保持したときの状態に基づいて前記検査対象試料の量を監視することが好ましい。かかる構成によれば、検査対象試料の量を簡単かつ短時間に監視することができる。

【００１３】
本発明において、前記磁気センサは、前記検出エリアに交流磁界を発生させる励磁コイルと、前記交流磁界を検出する検出コイルと、を有している構成を採用することができる。

【００１４】
本発明において、前記検査対象試料は、例えば、紙幣である。かかる構成によれば、紙幣が金属製のクリップで止められている場合でも、クリップの検出を行うことができる。それ故、その後、紙幣を識別機に搬送する場合でも、クリップが識別機に搬送されることを防止することができる。

【発明の効果】
【００１５】
本発明では、磁気センサからの出力に基づいて異物の有無を判定する際、検査対象試料が異物を含まないときに磁気センサから出力される照合用データとの比較を行う。このため、検査対象試料自身に金属部分が設けられている場合でも、異物の有無を誤検出しにくい。

【図面の簡単な説明】
【００１６】
【図１】本発明の実施の形態１に係る異物検出装置の説明図である。
【図２】本発明の実施の形態１に係る異物検出装置に用いた磁気センサの説明図である。
【図３】図２に示す磁気センサのコアも含めた状態での正面図である。
【図４】本発明の実施の形態に係る異物検出装置に用いた磁気センサの測定原理を示す説明図である。
【図５】本発明の実施の形態１に係る異物検出装置に用いた磁気センサからの出力を示す説明図である。
【図６】本発明の実施の形態１に係る異物検出装置で採用されている検出処理を示すフローチャートである。
【図７】本発明の実施の形態１に係る異物検出装置で採用されている動作タイミングの制御方法を示すフローチャートである。
【図８】本発明の実施の形態２に係る異物検出装置の説明図である。
【図９】本発明の実施の形態３に係る異物検出装置に用いた磁気センサの説明図である。
【図１０】図９に示す磁気センサのコアも含めた状態での説明図である。
【図１１】本発明の実施の形態４に係る異物検出装置に用いた磁気センサの説明図である。
【図１２】本発明の実施の形態５に係る異物検出装置に用いた磁気センサの説明図である。

【発明を実施するための形態】
【００１７】
以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明において、励磁コイルと検出コイルとが対向している方向をＺ軸方向とし、Ｚ軸

方向に直交する方向をＸ軸方向とし、Ｘ軸方向およびＺ軸方向に直交する方向をＹ軸方向として説明する。また、Ｚ軸方向は検査対象試料の厚さ方向に相当し、Ｘ軸方向は検査対象試料の幅方向に相当し、Ｙ軸方向は検査対象試料の搬送方向に相当する。また、Ｙ軸方向の一方側Ｙ１が検査対象試料の上流側（搬入口１０１の側）に相当し、Ｙ軸方向の他方側Ｙ２が検査対象試料の下流側（紙幣識別機９０の側）に相当する。

【００１８】

［実施の形態１］

（異物検出装置の全体構成）

図１は、本発明の実施の形態１に係る異物検出装置の説明図であり、図１（ａ）、（ｂ）は、異物検出装置の全体構成を示す説明図、および異物検出装置の各機能を示すブロック図である。

【００１９】

図１において、銀行等に設置されているＡＴＭ装置１（現金自動預け払い機； Automatic Teller Machine）においては、搬入された１枚乃至複数枚の紙幣２（検査対象試料）にクリップやホッチキスの針等の金属製の異物Ｓが混在していないかを検査する異物検出装置５が設けられており、異物Ｓが混在していないと判定された紙幣２のみが紙幣識別機９０に搬送されるようになっている。

【００２０】

異物検出装置５は、紙幣２が配置されてくる検出エリア４０に配置された磁気センサ１０と、磁気センサ１０からの出力に基づいて異物Ｓの有無を判定する異物検出部８０等が構成された制御装置８とを有している。また、異物検出装置５は、搬入口１０１から磁気センサ１０が配置された検出エリア４０まで紙幣２をＹ軸方向に搬送するとともに、検出エリア４０から紙幣識別機９０まで紙幣２をＹ軸方向に搬送する搬送機構１５を有している。本形態において、搬送機構１５は、搬入口１０１から磁気センサ１０の検出エリア４０まで紙幣２をＹ軸方向に搬送するベルト式搬送機構１３と、磁気センサ１０の検出エリア４０から紙幣識別機９０まで紙幣２をＹ軸方向に搬送するベルト式搬送機構１４とが設けられており、ベルト式搬送機構１３とベルト式搬送機構１４との受け渡し箇所に検出エリア４０が配置されている。このため、搬送機構１５は、異物Ｓの検出が実施される前の紙幣２を検出エリア４０に搬入するとともに、異物Ｓの検出が実施された後の紙幣２を検出エリア４０から搬出する。その際、搬送機構１５は、異物Ｓが混在していないと判定された紙幣２については検出エリア４０から紙幣識別機９０に搬送し、異物Ｓが混在していると判定された紙幣２については検出エリア４０から搬入口１０１に戻す。

【００２１】

異物検出装置５は、検出エリア４０において紙幣２が搬入されている側に試料有無監視用のセンサ７０を備えており、本形態において、センサ７０は、発光ダイオード７１とフォトダイオード７２とを備えた光センサからなる。

【００２２】

（磁気センサ１０の構成）

図２は、本発明の実施の形態１に係る異物検出装置５に用いた磁気センサ１０の説明図であり、図２（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、磁気センサ１０の正面図、側面図、励磁コイルの説明図、および検出コイルの説明図である。図３は、図２に示す磁気センサ１０のコアも含めた状態での正面図である。

【００２３】

図２に示すように、磁気センサ１０は、励磁コイル２０と、励磁コイル２０に対してＺ軸方向で対向してＸ軸方向に直線的に配列された複数の検出コイル３０とを有しており、検出コイル３０と励磁コイル２０との間には、紙幣２等の検査対象試料が配置される検出エリア４０が構成されている。かかる磁気センサ１０において、励磁コイル２０は駆動回路（図示せず）によって駆動されて交流磁界を発生させ、検出コイル３０は、励磁コイル２０が発生させる交流磁界を検出する。本形態においては、励磁コイル２０が検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１に配置され、検出コイル３０が検出エリア４０に対し

てＺ軸方向の他方側Ｚ２に配置されている。また、検出コイル３０は、紙幣２の搬送方向（Ｙ軸方向）に直交する幅方向（Ｘ方向）に複数配置されており、紙幣２の幅方向の複数の位置に対応する磁気特性を検出する。

【００２４】

励磁コイル２０はいずれも、検出エリア４０の幅方向（Ｘ軸方向）における寸法がＹ軸方向の寸法より大の矩形形状を有するコイルであり、開口部２０ａを検出エリア４０が位置するＺ軸方向に向けている。かかる励磁コイル２０のＸ軸方向における寸法は、検出エリア４０の幅方向（Ｘ軸方向）の寸法よりわずかに大である。

【００２５】

複数の検出コイル３０は、開口部３０ａを検出エリア４０が位置するＺ軸方向に向けたコイルであり、検出コイル３０は、Ｘ軸方向における寸法がＹ軸方向における寸法と略等しい矩形形状を有している。検出コイル３０のＹ軸方向における寸法は、励磁コイル２０のＹ軸方向における寸法と略等しく、検出コイル３０のＸ軸方向における寸法は、励磁コイル２０のＸ軸方向における寸法よりかなり小である。本形態では、検出コイル３０をＸ軸方向に１０個配列させたときの長さ寸法が検出エリア４０と同一である。言い換えれば、検出コイル３０が配列されている範囲によって検出エリア４０が規定されている。ここで、検出コイル３０は、励磁コイル２０より検出エリア４０に接近した位置にある。

【００２６】

このように構成した磁気センサ１０において、励磁コイル２０および検出コイル３０として空芯コイルを用いてもよいが、図３に示すように、コアに巻回されている構成を採用することができる。より具体的には、励磁コイル２０は、検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１に配置された励磁コイル用コア６１５に設けられ、検出コイル３０は、検出エリア４０に対してＺ軸方向の他方側Ｚ２に配置された検出コイル用コア６２５に設けられ、励磁コイル用コア６１５と検出コイル用コア６２５とは磁気的に結合している。より具体的には、励磁コイル２０および検出コイル３０は、検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１から他方側Ｚ２に延在した共通のコア６０に巻回されている。ここで、コア６０においては、枠部６１において、枠部６２に対向する縁には、枠部６２に向けて突出する１つの突極状の励磁コイル用コア６１５がＸ軸方向に延在するように形成され、かかる励磁コイル用コア６１５に励磁コイル２０が巻回されている。また、枠部６２において、枠部６１に対向する縁には、枠部６１に向けて突出する突極状の検出コイル用コア６２５がＸ軸方向に複数形成されており、複数の検出コイル用コア６２５毎に検出コイル３０が巻回されている。

【００２７】

（基本原理）

図４は、本発明の実施の形態１に係る異物検出装置５に用いた磁気センサ１０の測定原理を示す説明図であり、図４（ａ）、（ｂ）は、金属製の異物Ｓが存在しない状態の説明図、および金属製の異物Ｓが存在する状態の説明図である。図５は、本発明の実施の形態１に係る異物検出装置５に用いた磁気センサ１０からの出力を示す説明図である。

【００２８】

図４（ａ）に示すように、磁気センサ１０において、センサ駆動部１１（図１（ｂ）参照）によって励磁コイル２０に交流が供給されると、検出コイル３０は、励磁コイル２０によって発生した磁界を検出する。その際、紙幣２に金属の異物Ｓが混入していなければ、磁力線Ｌは、接線の方向が励磁コイル２０による磁場の方向に一致するような曲線を描く。これに対して、図４（ｂ）に示すように、紙幣２に金属製の異物Ｓが混入している場合、異物Ｓから離間した位置では、磁力線Ｌの接線の方向が励磁コイル２０による磁場の方向に一致するような曲線を描くが、異物Ｓ付近では磁力線Ｌｓが歪む。従って、複数の検出コイル３０のうち、異物Ｓ付近に位置する検出コイル３０での検出結果が変化する。例えば、異物Ｓが磁性材料からなる場合、透磁率が高まるので、複数の検出コイル３０のうち、異物Ｓ付近に位置する検出コイル３０からの出力は、図５に示すように、待機時の電圧レベルＬ０から、ピークＬ１で示すように、出力レベルが上昇する。これに対して、

例えば、異物Ｓが非磁性材料からなる場合、渦電流の影響で異物Ｓ付近に位置する検出コイル３０からの出力は、図５に示すように、待機時の電圧レベルＬ０から、ピークＬ２で示すように、出力レベルが低下する。このため、図５に示すように、検出コイル３０からの出力に対して、第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２を設定しておけば、検出コイル３０からの出力を監視することによって異物Ｓの存在を検出することができる。

【００２９】

また、本形態の磁気センサ１０では、励磁コイル２０と検出コイル３０とは、検出エリア４０を挟んだ反対側に各々、配置されている。従って、検出エリア４０のうち、励磁コイル２０に近い位置に検査対象試料がある場合には、検査対象試料は検出コイル３０から遠い位置にあり、励磁コイル２０から遠い位置に検査対象試料がある場合には、検査対象試料は検出コイル３０に近い位置にある。それ故、検出エリア４０のいずれの位置に検査対象試料があるかによって感度が変化することを緩和することができるので、検査対象試料の位置に起因する感度の変化を緩和することができる。

【００３０】

ここで、検出コイル３０は、紙幣２の搬送方向（Ｙ軸方向）に直交する幅方向（Ｘ方向）に複数配置されており、紙幣２の幅方向の複数の位置に対応する磁気特性を検出する。従って、磁気センサ１０は、各検出コイル３０に対応する複数チャンネル分が出力される。

【００３１】

また、上記の検出処理は、検出コイル３０からアナログ信号として出力される信号をＡ／Ｄコンバータ（ＡＤＣ）によってデジタル信号に変換して行われる。従って、検出コイル３０からの出力信号は、ピークＬ１およびピークＬ２を含めて、Ａ／Ｄコンバータ（ＡＤＣ）によってデジタル化可能な範囲に設定されている。

【００３２】

（異物検出装置５での検出）

図６は、本発明の実施の形態１に係る異物検出装置５で採用されている検出処理を示すフローチャートである。なお、図６に示す処理は、ＣＰＵ等の制御の下、ＲＡＭ等の記憶部に予め格納されているプログラムに沿って実行される。

【００３３】

本形態の異物検出装置５において、紙幣２には、金属部分によってスレッドやホログラム等が形成されている場合があり、このような場合、スレッドやホログラムを構成する金属部分を異物Ｓと誤検出するおそれがある。このため、本形態では、図１（ｂ）および図６を参照して以下に説明する検出方法が採用されている。

【００３４】

より具体的には、図１（ｂ）に示すように、本形態の異物検出装置５では、制御装置８に、磁気センサ１０からの出力に基づいて紙幣２に金属製の異物が含まれているか否かを判定する異物有無判定部８１が構成されており、異物有無判定部８１と磁気センサ１０とによって、異物検出部８０が構成されている。また、制御装置８には、異物検出部８０での検出結果に基づいて搬送機構１５を制御する搬送制御部８５が構成されている。

【００３５】

ここで、異物有無判定部８１は、紙幣２が異物Ｓを含まないときに磁気センサ１０から出力される紙幣データ（照合用データ）を記憶しておく照合用データ記憶部８３と、閾値電圧（第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２）を記憶しておく閾値電圧記憶部８４と、今回搬入された紙幣２の磁気特性を磁気センサ１０が検出したときの出力と照合用データとを比較して異物Ｓの有無の判定を行うデータ比較部８２とを有している。

【００３６】

また、本形態において、磁気センサ１０は、複数の検出コイル３０に対応する複数チャンネル分を出力し、各チャンネルは、紙幣２の幅方向の各位置に対応する。一方、照合用データ記憶部８３には、紙幣２が異物Ｓを含まないときに各検出コイル３０から出力される複数チャンネル分の紙幣データが記憶されている。

【００３７】
本形態では、図６に示すように、検出エリア４０に搬入されてきた紙幣２の磁気特性を磁気センサ１０によって検出すると、まず、ステップＳ１１において、データ比較部８２は、磁気センサ１０の複数の検出コイル３０から出力された各チャンネルの出力と、閾値電圧記憶部８４に記憶されている閾値電圧（第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２）とを比較する。
【００３８】
かかるステップＳ１１での比較において、いずれのチャンネルの出力も閾値電圧（第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２）を超えていないと判断された場合、ステップＳ１２において、データ比較部８２は、異物Ｓがないとの出力処理を行う。かかる判定結果が出た場合、図１（ａ）に示す搬送機構１５は、紙幣２を検出エリア４０から紙幣識別機９０に搬送する。
【００３９】
これに対して、ステップＳ１１での比較において、いずれかのチャンネルの出力が閾値電圧（第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２）を超えていると判断された場合、ステップＳ１３において、データ比較部８２は、検出コイル３０から出力された各チャンネルの出力を全て取得するとともに、全てのチャンネル分の紙幣データを照合用データ記憶部８３から取得し、ステップＳ１４において、検出コイル３０からの出力と紙幣データとを各チャンネル毎に比較する。
【００４０】
かかるステップＳ１４での比較において、検出コイル３０からの出力が閾値電圧（第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２）を超えているチャンネル（紙幣２の幅方向の位置）が、スレッドやホログラムが形成されている位置と同じであると判断された場合、ステップＳ１２において、データ比較部８２は、異物Ｓがないとの出力処理を行う。
【００４１】
これに対して、ステップＳ１４での比較において、検出コイル３０からの出力が閾値電圧（第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２）を超えているチャンネル（紙幣２の幅方向の位置）が、スレッドやホログラムが形成されている位置と同じでないと判断された場合、ステップＳ１５において、データ比較部８２は、異物Ｓがあるとの出力処理を行う。その結果、図１（ａ）に示す搬送機構１５は、紙幣２を検出エリア４０から搬入口１０１に戻す。
【００４２】
このように、本形態では、磁気センサ１０からの出力に基づいて異物Ｓの有無を判定する際、紙幣２が異物を含まないときに磁気センサ１０から出力される紙幣データ（照合用データ）との比較を行う。このため、紙幣２自身に金属部分が設けられている場合でも、異物Ｓの有無を誤検出しにくい。
【００４３】
また，本形態において、磁気センサ１０は、複数の検出コイル３０によって紙幣２の位置毎の磁気特性を検出する一方、照合用データ記憶部８３は、紙幣データ（照合用データ）として紙幣２の位置毎のデータを記憶しておき、今回搬入された紙幣２の磁気特性を磁気センサ１０が検出したときの出力と紙幣データとを紙幣２の位置毎に比較して異物Ｓの有無の判定を行う。このため、紙幣２に異物Ｓが混在しているか否かの誤検出がより発生しにくい。
【００４４】
（異物検出装置５での検出条件の補正）
図７は、本発明の実施の形態１に係る異物検出装置５で採用されている動作タイミングの制御方法を示すフローチャートである。
【００４５】
本形態の異物検出装置５において、環境温度が変化すると、励磁コイル２０や検出コイル３０に用いたコイル線の抵抗変化、コア６０の透磁率変化、コア６０等を保持する筐体

の形状変化等が発生し、図５に点線で示すように、センサ装置１０からの出力において、待機時の電圧レベル、およびピークＬ１、Ｌ２のレベルがシフトし、紙幣２に異物Ｓが混在しているか否かの誤検出が発生するおそれがある。

【００４６】

そこで、本形態の異物検出装置５では、図１（ｂ）に示すように、制御装置８に、異物検出部８０での異物検出処理の検出条件に補正処理を行う検出条件補正部８６が設けられている。本形態では、後述するように、検出条件補正部８６は、検出エリア４０に紙幣２が存在しない状態での磁気センサ１０からの出力に基づいて補正処理を行い、例えば、環境温度の上昇に伴って、待機時の出力の電圧レベルＬ０が実線Ｌａで示すレベルから点線Ｌｂにレベルまで低下したとき、閾値電圧（第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２）を変更する。

【００４７】

また、本形態では、制御装置８にはタイミング制御部８８が構成されており、タイミング制御部８８は、紙幣２が搬入されたときに異物検出部８０に異物検出処理を自動的に行わせるとともに、タイミング制御部８８は、異物検出部８０での異物検出処理の休止期間に検出条件補正部８６に補正処理を自動的に行わせる。

【００４８】

また、異物検出部８０は、試料有無監視用のセンサ７０によって、検出エリア４０に紙幣２が搬入されたとき、紙幣２に対する異物検出処理を自動的に行うが、タイミング制御部８８は、紙幣２が検出エリア４０に搬入されたときでも、検出条件補正部８６が補正処理を行っているときは、補正処理が終了するまで異物検出部８０に異物検出処理の実行を待たせる。

【００４９】

また、検出条件補正部８６は、検出エリア４０に紙幣２が存在しない状態での磁気センサ１０からの出力に基づいて補正処理を行う。このため、タイミング制御部８８は、異物検出部８０が異物検出処理を終了し、かつ、異物Ｓの検出が実施された後の紙幣２を搬送機構１５が検出エリア４０から搬出するまで、検出条件補正部８６に補正処理の実行を待たせる。

【００５０】

このようなタイミング制御を行うにあたって、制御装置８には、検出条件補正部８６が次回の補正処理を行うタイミングを指示するタイマー８７が設けられており、タイマー８７に設定された時間が経過すると、検出条件補正部８６は、補正処理を自動的に開始する。但し、タイミング制御部８８は、異物検出部８０が異物検出処理を終了したときにタイマー８７に計時を開始させ、異物検出部８０が異物検出処理を開始するときにはタイマー８７に計時を停止させる。

【００５１】

かかるタイミング制御の内容を、図７を参照して、タイミング制御部８８で実行される処理に沿って説明する。なお、図７に示す処理は、ＣＰＵ等の制御の下、ＲＡＭ等の記憶部に予め格納されているプログラムに沿って実行される。

【００５２】

図７に示すように、本形態では、ステップＳ２１からステップＳ２２までの処理が無限ループとして実行される。まず、ステップＳ２３において、タイミング制御部８８は、検出条件補正部８６において検出条件の補正処理中でないかを判断する。かかるステップＳ２３での判断において、補正処理中であると判断された場合、補正処理が終了するまで待機する。

【００５３】

これに対して、ステップＳ２３での判断において、補正処理中でないと判断された場合、タイミング制御部８８は、ステップＳ２４で試料有無監視用のセンサ７０からの出力に基づいて、検出エリア４０での紙幣２の有無を判断する。

【００５４】

かかるステップＳ２４での判断において、紙幣２がないと判断された場合、タイミング制御部８８は、ステップＳ２５において、異物検出部８０で異物検出処理中であるかを判断する。かかるステップＳ２５での判断において、異物検出部８０で異物検出処理中であると判断された場合、ステップＳ２２を経てステップＳ２１に戻る。これに対して、ステップＳ２５での判断において、異物検出部８０で異物検出処理中でないと判断された場合、タイミング制御部８８は、ステップＳ２６において、異物検出処理が終了してから所定時間が経過し、異物検出処理が行われた紙幣２が検出エリア４０から搬出されたかを判断する。かかるステップＳ２６での判断において、所定時間が経過していないと判断された場合、ステップＳ２２を経てステップＳ２１に戻る。これに対して、ステップＳ２６での判断において、所定時間が経過していると判断された場合、タイミング制御部８８は、タイマー８７に計時を開始させる。この状態のまま、時間が経過し、タイマー８７に設定された時間が経過すると、検出条件補正部８６は、検出条件の補正処理を自動的に実行する。

【００５５】

一方、ステップＳ２４での判断において、紙幣２があると判断された場合、タイミング制御部８８は、ステップＳ２８において、タイマー８７に計時を停止させる。そして、タイミング制御部８８は、ステップＳ２９において、異物検出部８０に異物検出処理を実行させた後、ステップＳ２２を経てステップＳ２１に戻る。

【００５６】

このように、検出条件補正部８６は、タイマー８７に設定された時間が経過すると、検出条件の補正処理を自動的に実行する。このため、環境温度の変化等によって磁気センサ１０からの出力が変動する場合でも、かかる変動に伴う誤検出の発生を抑制することができる。

【００５７】

また、タイミング制御部８８は、異物検出部８０での異物検出処理の休止期間のみに検出条件補正部８６に補正処理を行わせる。従って、検出条件補正部８６が検出条件の補正処理を自動的に実行するように構成しても、異物検出部８０での異物検出処理を妨げることはない。

【００５８】

また、タイミング制御部８８は、紙幣２が検出エリア４０に搬入されたときでも、検出条件補正部８６が補正処理を行っているときは、補正処理が終了するまで、異物検出部８０に異物検出処理の実行を待たせる。このため、補正処理中に紙幣２が検出エリア４０に搬入されてきたときでも、かかる紙幣２を補正後の条件で異物の検出を行うことができる。

【００５９】

また、タイミング制御部８８は、異物検出部８０での異物検出処理が終了した後でも、異物検出処理が実施された紙幣２が検出エリア４０にある場合、検出条件補正部８６に補正処理の開始を待たせ、異物検出処理が実施された紙幣２が検出エリア４０から搬出されたときに、検出条件補正部８６に補正処理を行わせる。従って、検出条件補正部８６は、検出エリア４０に紙幣２が存在しない状態での磁気センサ１０からの出力に基づいて補正処理を行うことができるので、補正処理を正確に行うことができる。

【００６０】

また、検出条件補正部８６は、検出条件として、異物Ｓの有無を判定するときの閾値電圧（第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２）を変更する。このため、磁気センサ１０の駆動条件を変更する場合に比して、検出条件を容易に補正することができる。

【００６１】

なお、検出条件補正部８６において、検出条件として、異物Ｓの有無を判定するときの閾値電圧（第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２）を変更するにあたっては、検出エリア４０に紙幣２が存在しない状態での磁気センサ１０からの出力電圧をデジタル信号に変換する際の中点とし、かかる中点に対して、一定の差に加算または減算した値を閾値電

圧（第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２）とすることが好ましい。かかる補正処理によれば、たとえ、環境温度変化に伴って、検出エリア４０に紙幣２が存在しない状態での磁気センサ１０からの出力電圧がどのレベルに変化した場合でも、ピークＬ１に相当する電圧値、およびピークＬ２に相当する電圧値を適正にデジタル信号に変換でき、閾値電圧（第１閾値電圧Ｖ１および第２閾値電圧Ｖ２）との比較を正確に行うことができる。

【００６２】

［実施の形態２］

図８は、本発明の実施の形態２に係る異物検出装置５の説明図であり、図８（ａ）、（ｂ）は、異物検出装置５に用いたベルト式搬送機構１３の説明図、および異物検出装置５の各機能を示すブロック図である。なお、本形態の基本的な構成は、実施の形態１と同様であるため、共通する部分には同一の符号を付して図示し、それらの説明を省略する。

【００６３】

本形態では、検出エリア４０に搬入された紙幣２の量を監視する試料量監視手段を設け、データ比較部８２では、今回搬入された紙幣２の磁気特性を磁気センサ１０が検出したときの出力と紙幣データ（照合用データ）とを比較する際、紙幣２の量の監視結果に基づいて、紙幣２の量を同等とした条件での比較により、異物Ｓの有無の判定を行う。

【００６４】

より具体的には、図８（ａ）に示すように、ベルト式搬送機構１３は、一対の搬送ベルト１３１，１３２と、一方の搬送ベルト１３１を他方の搬送ベルト１３２に押し付けて紙幣２の束２ａを搬送ベルト１３１，１３２によって上下から保持する駆動機構１３３と、搬送ベルト１３１，１３２によって紙幣２の束２ａを保持したときの搬送ベルト１３１，１３２の間隔等の状態により、束２ａの厚さ（紙幣２の量）を監視する試料量監視センサ１３４とを有している。

【００６５】

また、試料量監視センサ１３４での監視結果は、異物検出部８０のデータ比較部８２に出力されるようになっている。このため、データ比較部８２は、試料量監視センサ１３４での監視結果に基づいて、例えば、今回搬入された紙幣２の磁気特性を磁気センサ１０が検出したときの出力を紙幣２が１枚のときのレベルに換算した後、換算後の値を紙幣データ（照合用データ）とを比較する。このため、金属部分等によってスレッドやホログラム等が形成されている紙幣２が束２ａになって投入された場合でも、紙幣２自身に設けられた金属部分によって、異物Ｓが有ると誤検出することを回避することができる。

【００６６】

［実施の形態３］

図９は、本発明の実施の形態３に係る異物検出装置５に用いた磁気センサ１０の説明図であり、図９（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、磁気センサの正面図、側面図、励磁コイルの説明図、および検出コイルの説明図である。図１０は、図９に示す磁気センサのコアも含めた状態での説明図であり、図１０（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）、（ｅ）、（ｆ）は、磁気センサの正面図、磁気センサの側面図、磁気センサを矢印Ｒの方向からみた説明図、磁気センサを矢印Ｑの方向からみた説明図、磁気センサに用いたコアの正面図、および磁気センサで発生する磁力線を模式的に示す説明図である。なお、本形態の基本的な構成は実施の形態１と同様であるため、共通する部分には同一の符号を付して図示し、それらの説明を省略する。

【００６７】

図９に示すように、本形態において、磁気センサ１０では、励磁コイル２０として、検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１に配置された第１励磁コイル２１と、検出エリア４０に対してＺ軸方向の他方側Ｚ２に配置された第２励磁コイル２２とが設けられている。励磁コイル２０（第１励磁コイル２１および第２励磁コイル２２）はいずれも、検出エリア４０の幅方向（Ｘ軸方向）における寸法がＹ軸方向の寸法より大の矩形形状を有する空芯コイルであり、開口部２０ａを検出エリア４０が位置するＺ軸方向に向けている。かかる励磁コイル２０（第１励磁コイル２１および第２励磁コイル２２）のＸ軸方向に

おける寸法は、検出エリア４０の幅方向（Ｘ軸方向）の寸法よりわずかに大である。

【００６８】

また、本形態では、複数の検出コイル３０として、検出エリア４０に対してＺ軸方向の他方側Ｚ２で検出エリア４０を挟んで第１励磁コイル２１に対向する複数の第１検出コイル３１と、検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１で検出エリア４０を挟んで第２励磁コイル２２に対向する複数の第２検出コイル３２とが設けられている。ここで、第１検出コイル３１は、第１励磁コイル２１の交流磁界を検出する一方、第２検出コイル３２は、第２励磁コイル２２の交流磁界を検出する。検出コイル３０（第１検出コイル３１および第２検出コイル３２）は、開口部３０ａを検出エリア４０が位置するＺ軸方向に向けた空芯コイルであり、検出コイル３０は、Ｘ軸方向における寸法がＹ軸方向における寸法と略等しい矩形形状を有している。検出コイル３０のＹ軸方向における寸法は、励磁コイル２０のＹ軸方向における寸法と略等しく、検出コイル３０のＸ軸方向における寸法は、励磁コイル２０のＸ軸方向における寸法よりかなり小である。本形態では、検出コイル３０をＸ軸方向に１０個配列させたときの長さ寸法が検出エリア４０と同一である。言い換えれば、検出コイル３０が配列されている範囲によって検出エリア４０が規定されている。

【００６９】

ここで、第１励磁コイル２１は、複数の第２検出コイル３２に対して検出エリア４０とは反対側（Ｚ軸方向の一方側Ｚ１）に配置され、第２励磁コイル２２は、複数の第１検出コイル３１に対して検出エリア４０とは反対側（Ｚ軸方向の他方側Ｚ２）に配置されている。このため、励磁コイル２０（第１励磁コイル２１および第２励磁コイル２２）は、検出コイル３０（第１検出コイル３１および第２検出コイル３２）より検出エリア４０から離間した位置にある。

【００７０】

本形態では、第１励磁コイル２１と第２励磁コイル２２とは、時間をずらして交互に駆動される。また、複数の検出コイル３０（複数の第１検出コイル３１および複数の第２検出コイル３２）は、順次駆動される。このため、第１励磁コイル２１と第２励磁コイル２２とに周波数が異なる交流を供給する等の構成を採用しなくても、第１励磁コイル２１の交流磁界を第１検出コイル３１が検出した結果と、第２励磁コイル２２の交流磁界を第２検出コイル３２が検出した結果とに基づいて、異物Ｓの有無を検出することができる。

【００７１】

また、本形態では、励磁コイル２０として、検出エリア４０の一方側に配置された第１励磁コイル２１と、検出エリア４０の他方側に配置された第２励磁コイル２２とが設けられ、検出コイル３０として、検出エリア４０の他方側で第１励磁コイル２１の交流磁界を検出する第１検出コイル３１と、検出エリア４０の一方側で第２励磁コイル２２の交流磁界を検出する第２検出コイル３２とが設けられている。このため、検出エリア４０において検査対象試料が励磁コイル２０や検出コイル３０からいずれの距離の位置にあっても、同等の感度を得ることができる。

【００７２】

また、第１励磁コイル２１は、第２検出コイル３２に対して検出エリア４０とは反対側に配置され、第２励磁コイル２２は、第１検出コイル３１に対して検出エリア４０とは反対側に配置されている。このため、励磁コイル２０（第１励磁コイル２１および第２励磁コイル２２）は、検出コイル３０（第１検出コイル３１および第２検出コイル３２）より検出エリア４０から離間した位置にあるので、検出エリア４０の全体にわたって磁界を発生させることができる。

【００７３】

このように構成した磁気センサ１０において、励磁コイル２０および検出コイル３０として空芯コイルを用いてもよいが、図１０に示すように、コアに巻回されている構成を採用することができる。

【００７４】

より具体的には、第１励磁コイル２１および第２検出コイル３２は、検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１に配置された第１コア６１０に設けられ、第２励磁コイル２２および第１検出コイル３１は、検出エリア４０に対してＺ軸方向の他方側Ｚ２に配置された第２コア６２０に設けられ、第１コア６１０と第２コア６２０とは磁気的に結合している。例えば、本形態では、励磁コイル２０（第１励磁コイル２１および第２励磁コイル２２）、および検出コイル３０（第１検出コイル３１および第２検出コイル３２）は、検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１から他方側Ｚ２に延在した共通のコア６０に巻回されている。

【００７５】

本形態において、コア６０は、Ｙ軸方向に厚さ方向を向けた板状であり、検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１でＸ軸方向に延在する枠部６１と、検出エリア４０に対してＺ軸方向の他方側Ｚ２でＸ軸方向に延在する枠部６２と、枠部６１、６２のＸ軸方向の一方端同士を繋げる枠部６３と、枠部６１、６２のＸ軸方向の他方端同士を繋げる枠部６４とを備えた矩形枠状を有している。また、コア６０は、枠部６１、６２を長辺とし、枠部６３、６４を短辺とする長方形形状である。

【００７６】

ここで、枠部６１において、枠部６２に対向する縁には、枠部６２に向けて突出する突極状の第１コア６１０がＸ軸方向に複数形成され、枠部６２において、枠部６１に対向する縁には、枠部６１に向けて突出する突極状の第２コア６２０がＸ軸方向に複数形成されている。また、第１コア６１０の枠部６１側に位置する根元部分には、Ｘ軸方向の両端部に位置する第１コア６１０の外側を通って第１励磁コイル２１が巻回されており、第１コア６１０の検出エリア４０側に位置する先端部分には、複数の第１コア６１０毎に第２検出コイル３２が巻回されている。また、第２コア６２０の枠部６２側に位置する根元部分には、Ｘ軸方向の両端部に位置する第２コア６２０の外側を通って第２励磁コイル２２が巻回されており、第２コア６２０の検出エリア４０側に位置する先端部分には、複数の第２コア６２０毎に第１検出コイル３１が巻回されている。このため、第１励磁コイル２１は、複数の第２検出コイル３２に対して検出エリア４０とは反対側（Ｚ軸方向の一方側Ｚ１）に配置され、第２励磁コイル２２は、複数の第１検出コイル３１に対して検出エリア４０とは反対側（Ｚ軸方向の他方側Ｚ２）に配置されている。

【００７７】

なお、コア６０は、図１０に示す形態に限定されているわけではなく、第１コア６１０と第２コア６２０とが磁気的に結合され、かつ、第１励磁コイル２１、複数の第２検出コイル３２、第２励磁コイル２２、および第１検出コイル３１が対向した空間に検出エリア４０を備えていれば良い。また、第１コア６１０と第２コア６２０とを磁気的に結合させるにあたっては、第１コア６１０と第２コア６２０とを一体の磁性体に形成する形態や、第１コア６１０と第２コア６２０を別の磁性体を介して接続する形態の他、第１コア６１０を構成する磁性体と第２コア６２０を構成する磁性体とが近接して配置されることにより、磁気的に結合している構成であってもよい。

【００７８】

［実施の形態４］

図１１は、本発明の実施の形態４に係る異物検出装置５に用いた磁気センサ１０の説明図であり、図１１（ａ）、（ｂ）、（ｃ）は、磁気センサの正面図、磁気センサの側面図、および磁気センサを矢印Ｐの方向からみた説明図である。なお、本形態の基本的な構成は実施の形態１、３と同様であるため、共通する部分には同一の符号を付して図示し、それらの説明を省略する。

【００７９】

図１１に示すように、本形態の磁気センサ１０も、実施の形態１、３と同様、励磁コイル２０と、励磁コイル２０に対してＺ軸方向で対向してＸ軸方向に直線的に配列された複数の検出コイル３０とを有しており、検出コイル３０と励磁コイル２０との間には、図１に示す紙幣２等の検査対象試料が配置される検出エリア４０が構成されている。また、励

磁コイル２０として、検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１に配置された第１励磁コイル２１と、検出エリア４０に対してＺ軸方向の他方側Ｚ２に配置された第２励磁コイル２２とが設けられている。また、複数の検出コイル３０として、検出エリア４０に対してＺ軸方向の他方側Ｚ２で検出エリア４０を挟んで第１励磁コイル２１に対向する複数の第１検出コイル３１と、検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１で検出エリア４０を挟んで第２励磁コイル２２に対向する複数の第２検出コイル３２とが設けられている。ここで、第１検出コイル３１は、第１励磁コイル２１の交流磁界を検出する一方、第２検出コイル３２は、第２励磁コイル２２の交流磁界を検出する。

【００８０】

本形態の磁気センサ１０においても、実施の形態３と同様、励磁コイル２０（第１励磁コイル２１および第２励磁コイル２２）、および検出コイル３０（第１検出コイル３１および第２検出コイル３２）は、検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１から他方側Ｚ２に延在した共通のコア６０に巻回されている。かかるコア６０も、実施の形態３と同様、枠部６１において、枠部６２に対向する縁には、枠部６２に向けて突出する突極状の第１コア６１０がＸ軸方向に複数形成され、枠部６２において、枠部６１に対向する縁には、枠部６１に向けて突出する突極状の第２コア６２０がＸ軸方向に複数形成されている。

【００８１】

本形態では、第１コア６１０には、複数の第１コア６１０毎に第２検出コイル３２が巻回され、かかる第２検出コイル３２を覆うように、Ｘ軸方向の両端部に位置する第１コア６１０の外側を通って第１励磁コイル２１が巻回されている。また、第２コア６２０には、複数の第２コア６２０毎に第１検出コイル３１が巻回され、かかる第１検出コイル３１を覆うように、Ｘ軸方向の両端部に位置する第２コア６２０の外側を通って第２励磁コイル２２が巻回されている。すなわち、第１励磁コイル２１は第２検出コイル３２の周りで巻回され、第２励磁コイル２２は第１検出コイル３１の周りで巻回されている。

【００８２】

なお、かかる構成の場合も、第１コア６１０を構成する磁性体と第２コア６２０を構成する磁性体とが近接して配置されることにより、磁気的に結合している構成を採用してもよい。

【００８３】

［実施の形態５］

図１２は、本発明の実施の形態５に係る異物検出装置５に用いた磁気センサ１０の説明図であり、図１２（ａ）、（ｂ）は、第１励磁コイル２１および第２検出コイル３２を巻回したコア６０ａの正面図、および第２励磁コイル２２および第１検出コイル３１を巻回したコア６０ｂの正面図である。なお、本形態の基本的な構成は実施の形態１、３等と同様であるため、共通する部分には同一の符号を付して図示し、それらの説明を省略する。

【００８４】

図１２に示すように、本形態では、図３に示す磁気センサ１０の構成を利用して、検出エリア４０に対してＺ軸方向の一方側Ｚ１に第１励磁コイル２１および第２検出コイル３２を配置し、Ｚ軸方向の他方側Ｚ２に第２励磁コイル２２および第１検出コイル３１を配置してある。すなわち、図３に示すコア６０と、図３に示すコア６０をＺ軸方向で反転させたコア６０とが各々、コア６０ａ、６０ｂとしてＹ軸方向で交互に配置されている。

【００８５】

ここで、図１２（ａ）に示すコア６０ａは、枠部６１において、枠部６２に対向する縁には、枠部６２に向けて突出する突極状の第１励磁コイル用コア６１１が形成され、かかる第１励磁コイル用コア６１１に第１励磁コイル２１が巻回されている。また、枠部６２において、枠部６１に対向する縁には、枠部６１に向けて突出する突極状の第１検出コイル用コア６２１がＸ軸方向に複数形成され、かかる第１検出コイル用コア６２１に第１検出コイル３１が巻回されている。

【００８６】

図１２（ｂ）に示すコア６０ｂは、コア６０ａに対してＹ軸方向で対向配置されている。かかるコア６０ｂでは、枠部６２において、枠部６１に対向する縁には、枠部６１に向けて突出する突極状の第２励磁コイル用コア６２２が形成され、かかる第２励磁コイル用コア６２２に第２励磁コイル２２が巻回されている。また、枠部６１において、枠部６２に対向する縁には、枠部６２に向けて突出する突極状の第２検出コイル用コア６１２がＸ軸方向に複数形成され、かかる第２検出コイル用コア６１２に第２検出コイル３２が巻回されている。

【００８７】

なお、かかる構成の場合も、第１励磁コイル用コア６１１を構成する磁性体と第１検出コイル用コア６２１を構成する磁性体とが近接して配置されることにより、磁気的に結合し、第２励磁コイル用コア６２２を構成する磁性体と第２検出コイル用コア６１２を構成する磁性体とが近接して配置されることにより、磁気的に結合している構成を採用してもよい。

【００８８】

［他の実施の形態］

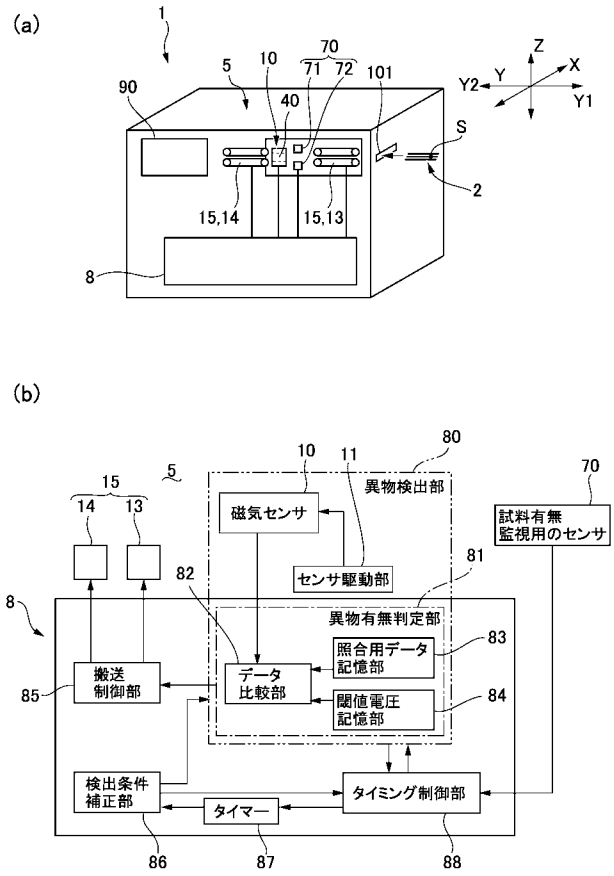
上記実施の形態では、第１検出コイル３１および第２検出コイル３２を各々、複数設けたが、第１検出コイル３１および第２検出コイル３２を各々、１つずつ設けた構成を採用してもよい。また、上記実施の形態では、紙幣２を検査対象試料としたが、食品（検査対象試料）の製造等の分野において食品への金属製の異物の混入の検出に本発明を適用してもよい。また、電気部品の製造等の分野において、使用する材料（検査対象試料）への金属製の異物の混入の検出に本発明を適用してもよい。

【符号の説明】

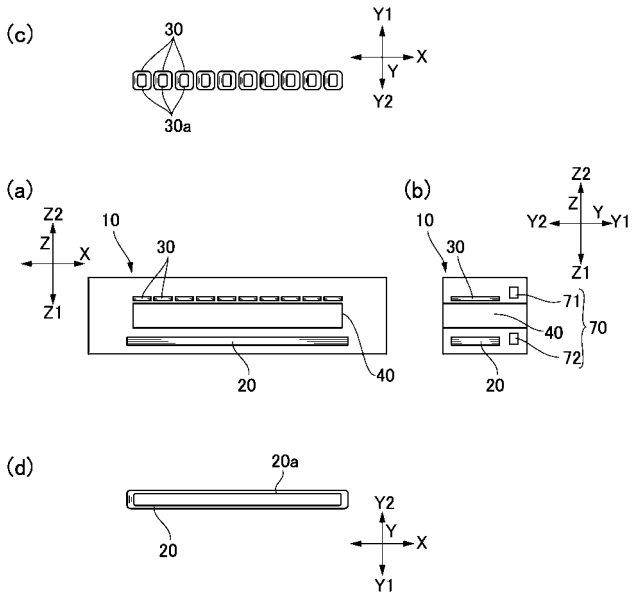
【００８９】

１　ＡＴＭ装置
２　紙幣（検査対象試料）
２ａ　紙幣の束
５　異物検出装置
８　制御装置
１０　磁気センサ
１３、１４　ベルト式搬送機構
１５　搬送機構
２０　励磁コイル
３０　検出コイル
４０　検出エリア
７０　試料有無監視用のセンサ
８０　異物検出部
８１　異物有無判定部
８２　データ比較部
８３　照合用データ記憶部
８４　閾値電圧記憶部
８６　検出条件補正部
８７　タイマー
８８　タイミング制御部
１３１、１３２　搬送ベルト
１３３　駆動機構
１３４　試料量監視センサ（試料量監視手段）
Ｓ　異物

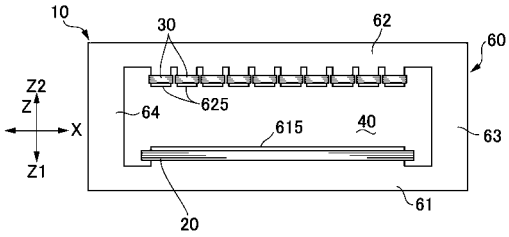
【図１】



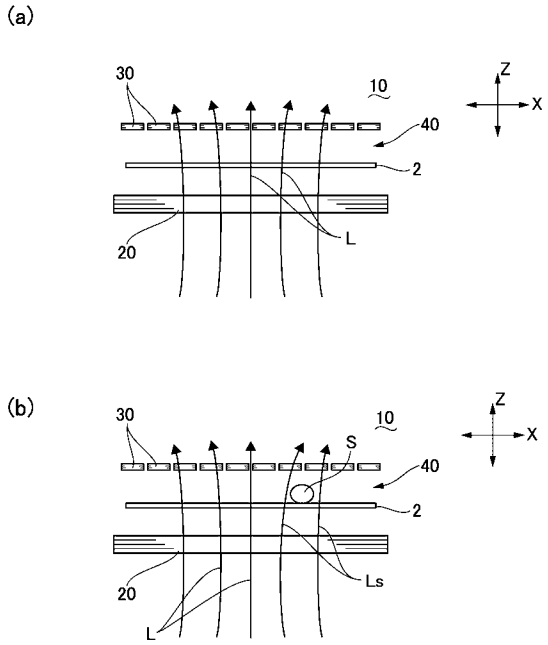
【図２】



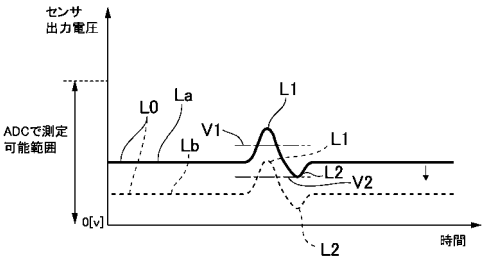
【図３】



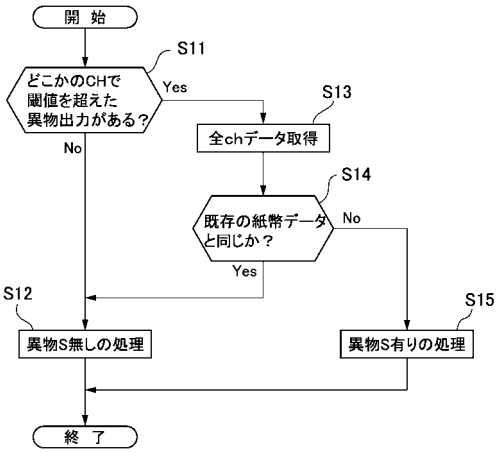
【図４】



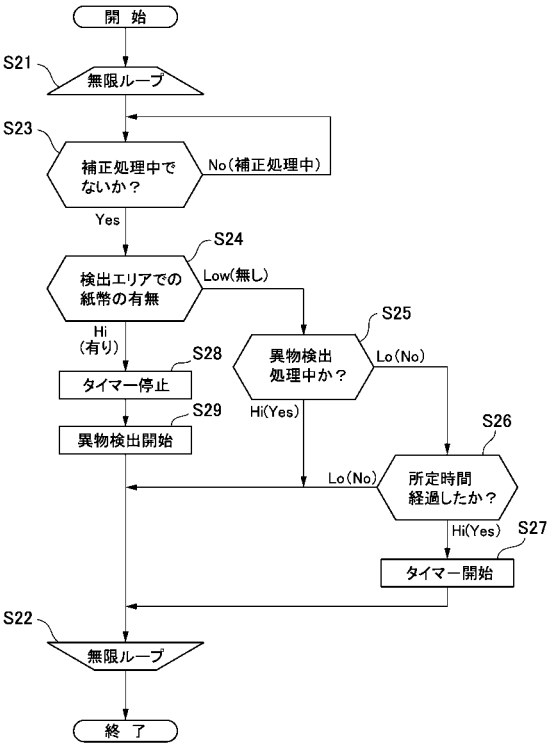
【図５】



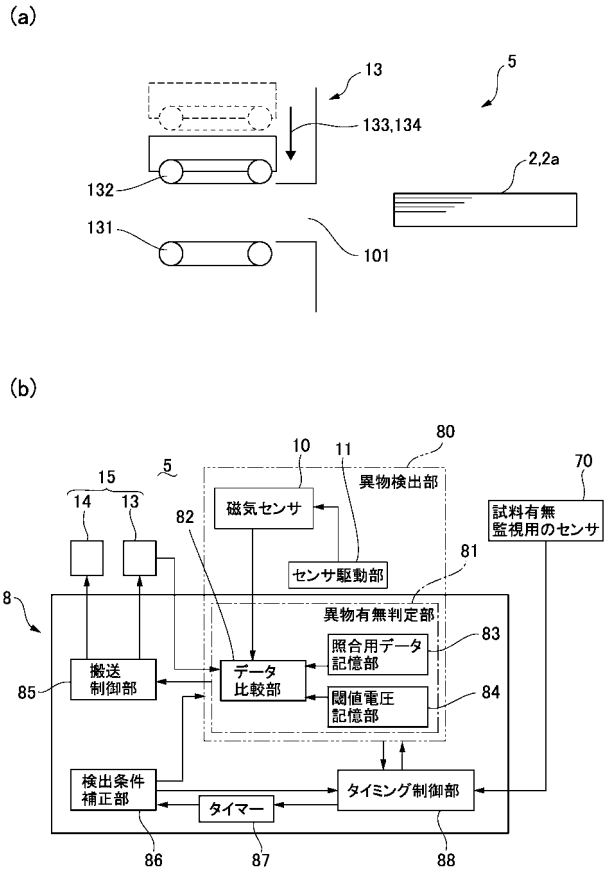
【図６】



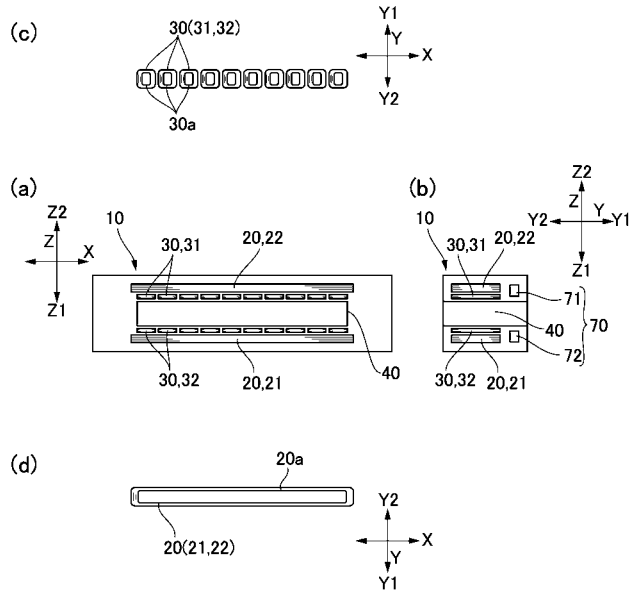
【図７】


開 始
S21
無限ループ
S23
補正処理中でないか？
No(補正処理中)
Yes
S24
検出エリアでの紙幣の有無
Low(無し)
Hi(有り)
S25
異物検出処理中か？
Lo(No)
Hi(Yes)
S28
タイマー停止
S29
異物検出開始
S26
所定時間経過したか？
Lo(No)
Hi(Yes)
S27
タイマー開始
S22
無限ループ
終 了

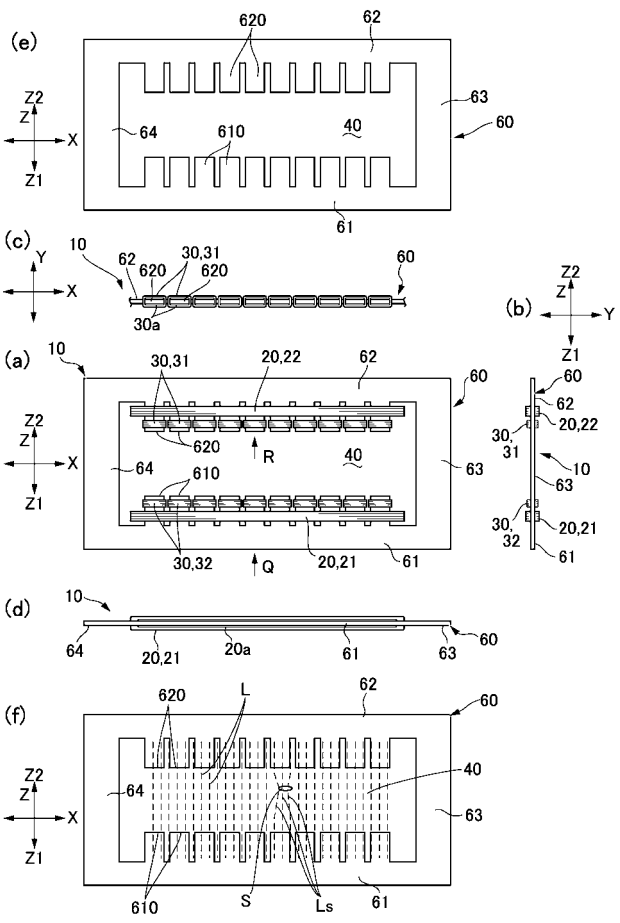
【図８】


(a)
13
5
133,134
2,2a
132
131
101
(b)
10
11
80
70
15
5
14
13
82
磁気センサ
異物検出部
試料有無監視用のセンサ
センサ駆動部
81
8
異物有無判定部
照合用データ記憶部
83
搬送制御部
85
データ比較部
閾値電圧記憶部
84
検出条件補正部
タイマー
タイミング制御部
86
87
88

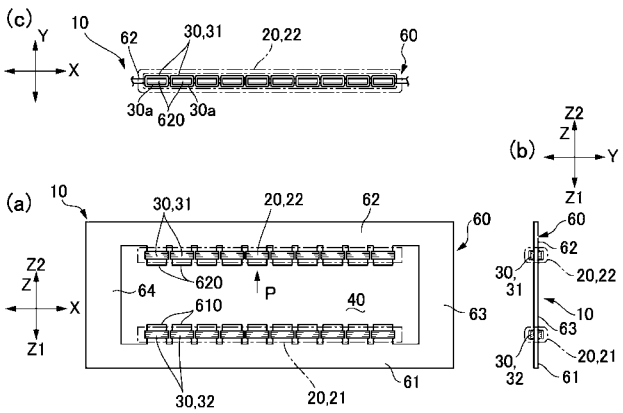
【図９】


(c)
30(31,32)
Y1
Y
X
Y2
30a
(a)
Z2
Z
X
Z1
10
30,31
20,22
30,32
20,21
40
(b)
Z2
Z
Y2
Y
Y1
Z1
10
30,31
20,22
71
40
70
72
30,32
20,21
(d)
20a
20(21,22)
Y2
X
Y
Y1

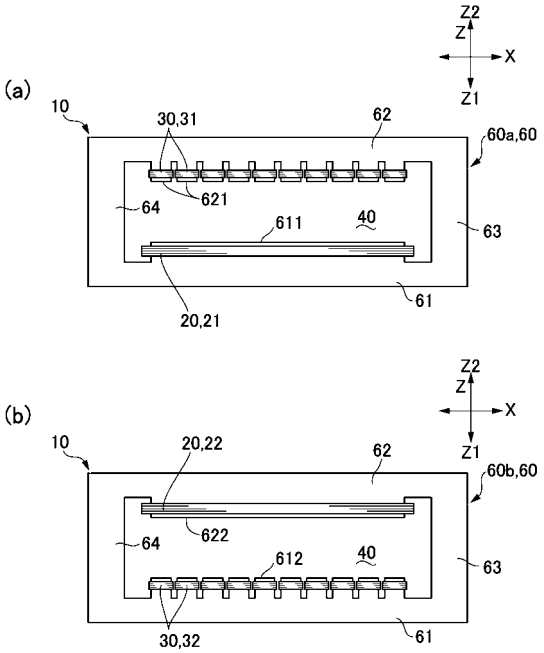
【図１０】


(e)
620
62
Z2
Z
X
Z1
64
610
40
63
60
61
(c)
Y
X
10
62
620
30,31
620
60
30a
(b)
Z2
Z
Y
Z1
60
62
20,22
30,31
10
63
30,32
20,21
61
(a)
10
30,31
20,22
62
60
Z2
Z
X
Z1
620
R
40
64
610
63
30,32
Q
20,21
61
(d)
10
64
20,21
20a
61
63
60
(f)
620
L
62
60
Z2
Z
X
Z1
64
40
63
610
S
Ls
61

【図１１】


(c)
Y
X
10
62
30,31
20,22
60
30a
620
30a
(b)
Z2
Z
Y
Z1
(a)
10
30,31
20,22
62
60
Z2
Z
X
Z1
64
620
P
610
40
63
30,32
20,21
61
60
62
30,
31
20,22
10
63
20,21
30,
32
61

【図１２】


(a)
Z2
Z
X
Z1
10
30,31
62
60a,60
64
621
611
40
63
61
20,21
(b)
Z2
Z
X
Z1
10
20,22
62
60b,60
64
622
612
40
63
30,32
61

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 2G053 AA13 AB07 BA02 BA15 BB03 BB11 BC02 BC14 CA03 CA18
CB03 CB24 DB03
2G105 AA01 BB05 CC02 DD02 EE02 FF02 FF03 FF13 HH05