

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 1 月 30 日(30.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/017207 A1

- (51) 国際特許分類:
G01V 3/10 (2006.01) *G01N 27/72* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/066291
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 13 日(13.06.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-165314 2012 年 7 月 26 日(26.07.2012) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電産サンキョー株式会社(NIDEC SANKYO CORPORATION) [JP/JP]; 〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 Nagano (JP).
- (72) 発明者; および
(71) 出願人 (米国についてのみ): 百瀬 正吾(MO-MOSE, Shogo) [JP/JP]; 〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地日本電産サンキョー株式会社内 Nagano (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

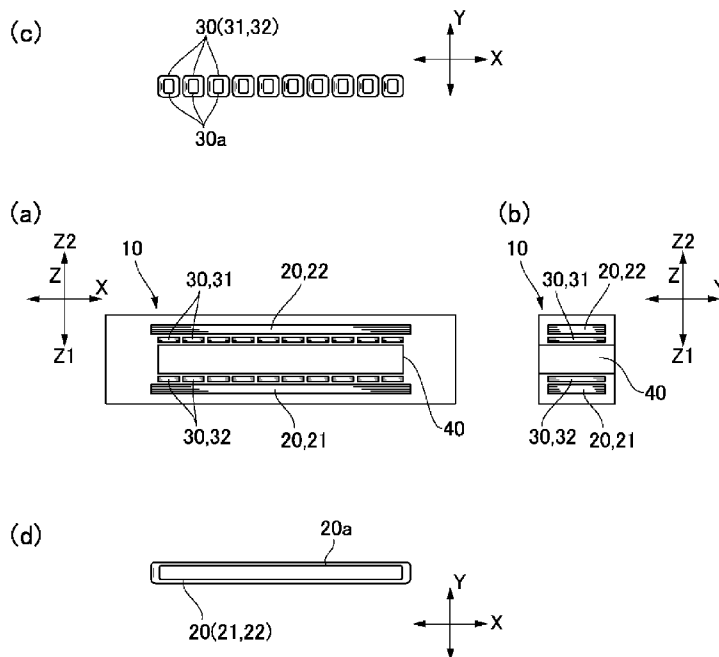
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MAGNETIC SENSOR DEVICE

(54) 発明の名称: 磁気センサ装置



(57) Abstract: Provided is a magnetic sensor device that is capable of relaxing a sensitivity change due to the position of a sample to be inspected, even with a configuration wherein the sample to be inspected is disposed on the side of an exciting coil and a detecting coil. Specifically, in a magnetic sensor device (10), an exciting coil (20) and a detecting coil (30) are disposed with respect to a sample disposing space (40), and the detecting coil (30) detects an alternating current magnetic field generated by the exciting coil (20). As the exciting coil (20), this magnetic sensor device is provided with a first exciting coil (21), which is disposed on one side of the sample disposing space (40), and a second exciting coil (22), which is disposed on the other side of the sample disposing space (40). As the detecting coil (30), this magnetic sensor device is provided with a first detecting coil (31), which detects, on the other side of the sample disposing space (40), an alternating current magnetic field of the first exciting coil (21), and a second detecting coil (32), which detects, on the one side of the sample disposing space (40), an alternating current magnetic

field of the second exciting coil (22).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/017207 A1



励磁コイルおよび検出コイルの側方に検査対象試料が配置される構成であっても、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のできる磁気センサ装置を提供すること。具体的には、磁気センサ装置 10 では、試料配置空間 40 に対して励磁コイル 20 および検出コイル 30 が配置されており、検出コイル 30 は、励磁コイル 20 が発生させた交流磁界を検出する。励磁コイル 20 としては、試料配置空間 40 の一方側に配置された第 1 励磁コイル 21 と、試料配置空間 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、試料配置空間 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、試料配置空間 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。

明 細 書

発明の名称：磁気センサ装置

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や検査対象試料に付加されている金属材料を磁氣的に検出する磁気センサ装置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氣的に検出する装置として、食品に混入している金属異物を磁氣的に検出する装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。かかる特許文献 1 に記載の装置では、励磁コイルの内側に検査対象試料を通した際の磁界の変化を磁気センサで検出する。

[0003] また、検査対象試料に付加されている金属材料を磁氣的に検出する装置として、紙幣に磁気インクにより印刷されたパターンを磁氣的に検出する装置が提案されている（例えば、特許文献 2、3 参照）。かかる特許文献 2、3 に記載の装置では、検査対象試料の一方側に配置された励磁コイルが発生させた磁界の変化を検査対象試料の一方側に配置された検出コイルによって検出する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 0 4 - 2 8 9 5 5 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 6 - 3 0 9 6 6 9 号公報

特許文献3：特開 2 0 0 9 - 1 6 3 3 3 6 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、特許文献 1 に記載の装置のように、励磁コイルの内側に検査対象試料を通す構成では、検査対象試料のサイズや形状によっては、励磁コイルの内側に検査対象試料を通すことができないという問題点がある。これに対して、特許文献 2、3 に記載の装置のように、検査対象試料の一方側

に励磁コイルおよび検出コイルが配置された構成では、特許文献１に記載の装置のような問題は発生しないが、励磁コイルおよび検出コイルから離間する何れの位置を検査対象試料が通るかによって検出感度が大きく変動するという問題点がある。

[0006] 以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、励磁コイルおよび検出コイルの側方に検査対象試料が配置される構成であっても、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のできる磁気センサ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明に係る磁気センサ装置は、励磁コイルと、該励磁コイルに対向し、前記励磁コイルが発生させる交流磁界を検出する検出コイルと、該検出コイルと前記励磁コイルとの間で検査対象試料が配置される試料配置空間と、を有していることを特徴とする。

[0008] 本発明では、試料配置空間に対して励磁コイルおよび検出コイルが配置されており、検出コイルは、励磁コイルが発生させた交流磁界を検出する。このため、検査対象試料に金属材料が混在している場合や、検査対象試料に金属材料が付加されている場合には、検出コイルでの検出結果が変化するので、金属材料の有無を検出することができる。ここで、励磁コイルと検出コイルとは、試料配置空間を挟んだ反対側に各々、配置されている。このため、試料配置空間のうち、励磁コイル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から遠い位置にあり、励磁コイル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に近い位置にある。このため、試料配置空間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。

[0009] 本発明において、前記励磁コイルとして、前記試料配置空間の一方側に配置された第１励磁コイルと、前記試料配置空間の他方側に配置された第２励磁コイルとが設けられ、前記検出コイルとして、前記試料配置空間の前記他

方側で前記第1励磁コイルの交流磁界を検出する第1検出コイルと、前記試料配置空間の前記一方側で前記第2励磁コイルの交流磁界を検出する第2検出コイルとが設けられていることが好ましい。かかる構成によれば、試料配置空間において検査対象試料が励磁コイルや検出コイル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。

[0010] 本発明において、前記第1励磁コイルと前記第2励磁コイルとは、時間をずらして駆動されることが好ましい。かかる構成によれば、第1励磁コイルと第2励磁コイル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励磁コイルの交流磁界を第1検出コイルが検出した結果と、第2励磁コイルの交流磁界を第2検出コイルが検出した結果とに基づいて、金属材料の有無を検出することができる。

[0011] 本発明において、前記励磁コイルは、前記試料配置空間の一方側に配置された励磁コイル用コアに設けられ、前記検出コイルは、前記試料配置空間の他方側に配置された検出コイル用コアに設けられ、前記励磁コイル用コアと前記検出コイル用コアとは磁氣的に結合していることが好ましい。かかる構成によれば、漏れ磁束を低減することができるので、高い感度を得ることができる等の利点がある。

[0012] 本発明において、前記第1励磁コイルおよび前記第2検出コイルは、前記試料配置空間の前記一方側に配置された第1コアに設けられ、前記第2励磁コイルおよび前記第1検出コイルは、前記試料配置空間の前記他方側に配置された第2コアに設けられ、前記第1コアと前記第2コアとは磁氣的に結合していることが好ましい。かかる構成によれば、漏れ磁束を低減することができるので、高い感度を得ることができる等の利点がある。

[0013] 本発明において、前記第1励磁コイルは、前記試料配置空間の前記一方側に配置された第1励磁コイル用コアに設けられ、前記第1検出コイルは、前記試料配置空間の前記他方側に配置された第1検出コイル用コアに設けられ、前記第1励磁コイル用コアと前記第1検出コイル用コアとは磁氣的に結合しており、前記第2励磁コイルは、前記試料配置空間の前記他方側に配置さ

れた第2励磁コイル用コアに設けられ、前記第2検出コイルは、前記試料配置空間の前記一方側に配置された第2検出コイル用コアに設けられ、前記第2励磁コイル用コアと前記第2検出コイル用コアとは磁氣的に結合していることが好ましい。かかる構成によれば、漏れ磁束を低減することができるので、高い感度を得ることができる等の利点がある。

[0014] 本発明においては、前記励磁コイルおよび前記検出コイルはいずれも、空芯コイルである構成を採用することができる。かかる構成によれば、コアを用いた場合と違って、励磁コイルおよび検出コイルを配置する際の自由度が高い。

[0015] 本発明において、前記第1励磁コイル、前記第1検出コイル、前記第2励磁コイルおよび前記第2検出コイルはいずれも、空芯コイルである場合、前記第1励磁コイルは、前記第2検出コイルに対して前記試料配置空間とは反対側に配置され、前記第2励磁コイルは、前記第1検出コイルに対して前記試料配置空間とは反対側に配置されていることが好ましい。かかる構成によれば、励磁コイル（第1励磁コイルおよび第2励磁コイル）は、検出コイル（第1検出コイルおよび第2検出コイル）より試料配置空間から離間した位置にあるので、試料配置空間の全体にわたって磁界を発生させることができる。

[0016] 本発明において、前記第1検出コイルは、前記試料配置空間の前記他方側に複数配置され、前記第2検出コイルは、前記試料配置空間の前記一方側に複数配置されていることが好ましい。かかる構成によれば、検査対象試料が大きい場合でも、金属材料の有無を検出することができる。また、検査対象試料のいずれの位置に金属材料が存在するかを検出することができる。

[0017] この場合、前記複数の第1検出コイルは、前記試料配置空間に沿って直線的に配置され、前記複数の第2検出コイルは、前記試料配置空間に沿って直線的に配置されていることが好ましい。かかる構成によれば、磁気センサ装置の小型化を図ることができるとともに、複数の第1検出コイルの各々を磁氣的に同一あるいは略同一の位置に配置することができ、複数の第2検出コ

イルの各々を磁氣的に同一あるいは略同一の位置に配置することができる。

[0018] 本発明において、前記複数の第1検出コイルは、時間をずらして順次駆動され、前記複数の第2検出コイルは、時間をずらして順次駆動されることが好ましい。かかる構成によれば、第1検出コイルおよび第2検出コイルから出力された信号に対する処理回路の構成を簡素化することができる。

[0019] 本発明において、前記複数の第1検出コイルからは、隣り合う第1検出コイルで検出された信号の差が出力され、前記複数の第2検出コイルからは、隣り合う第2検出コイルで検出された信号の差が出力されることが好ましい。かかる構成によれば、隣り合う検出コイル同士の差動を利用するので、環境温度の影響や駆動電流の変動等の影響を受けにくい。

[0020] 本発明では、前記試料配置空間に前記検査対象試料を搬送する搬送機構を有していることが好ましい。かかる構成によれば、検査対象試料を自動的に搬送することができる。

発明の効果

[0021] 本発明において、検出コイルは、励磁コイルが発生させた交流磁界を検出するため、検査対象試料に金属材料が混在している場合や、検査対象試料に金属材料が付加されている場合には、検出コイルでの検出結果が変化するので、金属材料の有無を検出することができる。ここで、励磁コイルと検出コイルとは、試料配置空間を挟んだ反対側に各々、配置されている。このため、試料配置空間のうち、励磁コイル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から遠い位置にあり、励磁コイル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に近い位置にある。このため、試料配置空間のいずれの位置に検査対象試料があるかによって感度を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。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施の形態1に係る磁気センサ装置を備えた検査機器の説明図である。

[図2]本発明の実施の形態1に係る磁気センサ装置の説明図である。

[図3]本発明の実施の形態1に係る磁気センサにおける測定原理を示す説明図である。

[図4]本発明の実施の形態1に係る磁気センサの感度の説明図である。

[図5]本発明の実施の形態1に係る磁気センサにおいて複数の検出コイルを順次駆動するための回路を模式的に示す説明図である。

[図6]本発明の実施の形態1に係る磁気センサにおいて複数の検出コイルを順次駆動するための別の回路を模式的に示す説明図である。

[図7]本発明の実施の形態2に係る磁気センサ装置の説明図である。

[図8]本発明の実施の形態3に係る磁気センサ装置の説明図である。

[図9]本発明の実施の形態4に係る磁気センサ装置の正面図である。

[図10]本発明の実施の形態5に係る磁気センサ装置の説明図である。

符号の説明

- [0023] 1 ATM装置
- 2 紙幣（検査対象試料）
- 10 磁気センサ装置
- 13、14 ベルト式搬送機構（搬送機構）
- 20 励磁コイル
- 21 第1励磁コイル
- 22 第2励磁コイル
- 30 検出コイル
- 31 第1検出コイル
- 32 第2検出コイル
- 40 試料配置空間
- 60、60a、60b コア
- 610 第1コア
- 611 第1励磁コイル用コア
- 612 第2検出コイル用コア

6 1 5 励磁コイル用コア

6 2 0 第2コア

6 2 1 第1検出コイル用コア

6 2 2 第2励磁コイル用コア

6 2 5 検出コイル用コア

発明を実施するための形態

[0024] 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。

[0025] [実施の形態1]

(検査装置の全体構成)

図1は、本発明の実施の形態1に係る磁気センサ装置を備えた検査機器の説明図である。図2は、本発明の実施の形態1に係る磁気センサ装置の説明図であり、図2(a)、(b)、(c)、(d)は、磁気センサ装置の正面図、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。

[0026] 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、投入された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異物Sが混在していないか磁気的に検査する磁気センサ装置10が搭載されている。磁気センサ装置10には、投入口101から磁気センサ装置10の試料配置空間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、磁気センサ装置10の試料配置空間40から紙幣識別機（図示せず）まで紙幣2をY軸方向に搬送するベルト式搬送機構14とが設けられている。

[0027] 図2に示すように、磁気センサ装置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試料配置空間 40 が構成されている。かかる磁気センサ装置 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。

[0028] 本形態においては、励磁コイル 20 として、試料配置空間 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、試料配置空間 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、試料配置空間 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 を試料配置空間 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、試料配置空間 40 の幅方向（X 軸方向）の寸法よりわずかに大である。

[0029] また、本形態では、複数の検出コイル 30 として、試料配置空間 40 に対して Z 軸方向の他方側 Z2 で試料配置空間 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、試料配置空間 40 に対して Z 軸方向の一方側 Z1 で試料配置空間 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 を試料配置空間 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試料配置空間 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試料配置空間 40 が規定されている。

[0030] ここで、第 1 励磁コイル 21 は、複数の第 2 検出コイル 32 に対して試料配置空間 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 に対して試料配置空間 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）より試料配置空間 40 から離間した位置にある。

[0031] （原理）

図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る磁気センサにおける測定原理を示す説明図であり、図 3（a）、（b）は、金属異物が存在しない状態の説明図、および金属異物が存在する状態の説明図である。図 4 は、本発明の実施の形態 1 に係る磁気センサの感度の説明図であり、図 4（a）、（b）、（c）、（d）は、試料配置空間における検査対象試料の位置を示す説明図、検査対象試料の位置と検出コイルでの検出量の変化量を模式的に示す説明図、検査対象試料の位置と励磁コイルが発生させた磁界強度との関係を模式的に示す説明図、および検査対象試料の位置と検出コイルでの検出強度との関係を模式的に示す説明図である。

[0032] 図 3（a）に示すように、磁気センサ装置 10 において、駆動回路（図示せず）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 に金属異物 S が混入していなければ、磁力線 L は、接線の方が励磁コイル 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 3（b）に示すように、紙幣 2 に金属異物 S が混入している場合、金属異物 S から離間した位置では、磁力線 L の接線の方が励磁コイル 20 による磁場の方向に一致するような曲線を描くが、金属異物 S 付近では磁力線 L が歪む。従って、複数の検出コイル 30 のうち、金属異物 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、金属異物 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、金属異物 S 付近に位置する検出コイル 30 からの出力レベルが上昇する。これに対して、例えば、金属異物 S が非磁性材料からなる場合、渦電流の影響で金属異物 S 付近に位置する検出コイル 30 からの出力レベルが低下する。このため、磁気センサ装置 10 の検査回路（図示せず）は、紙幣 2 に金属異物 S が混入していることを検出することができる。従って、図 1 に示す ATM 機 1 では、磁気センサ装置 10 が紙幣 2 に金属異物 S が混入していないと検出した場合、ベルト式搬送機構 14 は、今回投入された紙幣 2 を後段の紙幣識別部に搬送する。これに対して、磁気センサ装置 10 が紙幣 2 に金属異物 S が混入していると検出した場合、ベルト式搬送機構 14 は、今回投入された紙幣 2 を後段の紙幣識別部に搬送せず、ベルト式搬送機構 13 が、今回投入された紙幣 2 を投入口 101 に戻す。それ故、紙幣識別部にはクリップ等の金属異物 S が搬送されないので、紙幣識別部が、金属異物 S が原因の不具合が発生しない。

[0033] 本形態では、図 4 (a) に示すように、励磁コイル 20 と、励磁コイル 20 が発生させる交流磁界を検出する複数の検出コイル 30 とは、試料配置空間 40 を挟んだ反対側に配置されている。すなわち、第 1 励磁コイル 21 と第 1 検出コイル 31 とは試料配置空間 40 を挟んで反対側に配置され、第 2 励磁コイル 22 と第 2 検出コイル 32 とは試料配置空間 40 を挟んで反対側に配置されている。このため、試料配置空間 40 の厚さ方向（Z 軸方向）において、図 4 (a) に示す位置 P a、P b、P c の何れの位置に金属異物 S が存在している場合でも、図 4 (b) に実線 L 11 で示すように、第 1 検出コイル 31 で検出された電流の変化量は適正なレベルである。また、試料配置空間 40 の厚さ方向（Z 軸方向）において、図 4 (a) に示す位置 P a、P b、P c の何れの位置に金属異物 S が存在している場合でも、図 4 (b) に点線 L 12 で示すように、第 2 検出コイル 32 で検出された電流の変化量は適正なレベルである。

[0034] より具体的には、図 4 (c) に実線 L 21 で示すように、第 1 検出コイル

31は、金属異物Sとの距離が近い位置にある場合、高い感度を有し、金属異物Sとの距離が長くなるに伴って感度が低下する傾向にある。このため、磁界が一定であれば、金属異物Sが位置Pa、Pb、Pcにあった場合における第1検出コイル31の感度は、以下の関係

$$P_a > P_b > P_c$$

にある。また、図4(c)に点線L22で示すように、第2検出コイル32も、第1検出コイル31と同様、金属異物Sとの距離が近い位置にある場合、高い感度を有し、金属異物Sとの距離が長くなるに伴って感度が低下する傾向にある。このため、磁界が一定であれば、金属異物Sが位置Pa、Pb、Pcにあった場合における第2検出コイル32の感度は、以下の関係

$$P_a < P_b < P_c$$

にある。

[0035] 一方、図4(d)に実線L31で示すように、第1励磁コイル21が発生させる磁界の強度は、第1励磁コイル21に近い位置にある場合に高く、第1励磁コイル21から遠くなるに伴って低下する傾向にある。このため、各位置Pa、Pb、Pcにおける磁界の強度は以下の関係

$$P_a < P_b < P_c$$

にある。それ故、本形態の磁気センサ装置10において、金属異物Sが位置Pa、Pb、Pcにある場合における第1検出コイル31の出力変化は、図4(c)、(d)に示す関係が合成される結果、図4(b)に実線L11で示すように、位置Pa、Pb、Pcの何れの位置に金属異物Sが存在している場合でも十分に高いレベルである。それ故、第1検出コイル31は適正な感度を有している。

[0036] これに対して、図4(d)に点線L32で示すように、第2励磁コイル22が発生させる磁界の強度は、第2励磁コイル22に近い位置にある場合に高く、第2励磁コイル22から遠くなるに伴って低下する傾向にある。このため、各位置Pa、Pb、Pcにおける磁界の強度は以下の関係

$$P_a > P_b > P_c$$

にある。それ故、本形態の磁気センサ装置 10 において、金属異物 S が位置 P a、P b、P c にある場合における第 2 検出コイル 32 の出力変化は、図 4 (c)、(d) に示す関係が合成される結果、図 4 (b) に点線 L 12 で示すように、位置 P a、P b、P c の何れの位置に金属異物 S が存在している場合でも十分に高いレベルである。それ故、第 2 検出コイル 32 は適正な感度を有している。

[0037] また、図 4 (b) に実線 L 11 で示すように、第 1 検出コイル 31 の出力変化は、位置 P a、P b、P c の何れの位置に金属異物 S が存在している場合でも十分に高いレベルであるが、それでも、第 1 検出コイル 31 は、金属異物 S との距離が近い位置にある場合、第 1 検出コイル 31 の出力変化が大きく、金属異物 S との距離が長くなるに伴って第 1 検出コイル 31 の出力変化が小さくなる傾向にある。このため、金属異物 S が位置 P a、P b、P c にあった場合における第 1 検出コイル 31 の出力変化は、以下の関係

$$P a > P b > P c$$

にある。これに対して、図 4 (b) に点線 L 12 で示すように、第 2 検出コイル 32 の出力変化は、位置 P a、P b、P c の何れの位置に金属異物 S が存在している場合でも十分に高いレベルであるが、それでも、第 2 検出コイル 32 は、金属異物 S との距離が近い位置にある場合、第 2 検出コイル 32 の出力変化が大きく、金属異物 S との距離が長くなるに伴って第 2 検出コイル 32 の出力変化が小さくなる傾向にある。このため、金属異物 S が位置 P a、P b、P c にあった場合における第 2 検出コイル 32 の出力変化は、以下の関係

$$P a < P b < P c$$

にある。

[0038] しかるに本形態では、励磁コイル 20 として、試料配置空間 40 に対して Z 軸方向の一方側 Z 1 に配置された第 1 励磁コイル 21 と、試料配置空間 40 に対して Z 軸方向の他方側 Z 2 に配置された第 2 励磁コイル 22 とが設けられ、複数の検出コイル 30 として、試料配置空間 40 に対して Z 軸方向の

他方側 Z 2 で第 1 励磁コイル 2 1 の交流磁界を検出する複数の第 1 検出コイル 3 1 と、試料配置空間 4 0 に対して Z 軸方向の一方側 Z 1 で第 2 励磁コイル 2 2 の交流磁界を検出する複数の第 2 検出コイル 3 2 とが設けられている。また、本形態では、第 1 検出コイル 3 1 の検出結果、および第 2 検出コイル 3 2 の検出結果に基づいて金属異物 S の有無を検出する。このため、位置 P a、P b、P c の何れの位置に金属異物 S が存在している場合でも、磁気センサ装置 1 0 は十分に高い感度を有している。

[0039] (駆動方法 1)

図 5 は、本発明の実施の形態 1 に係る磁気センサ装置 1 0 において複数の検出コイル 3 0 を順次駆動するための回路を模式的に示す説明図である。

[0040] 本形態では、第 1 励磁コイル 2 1 と第 2 励磁コイル 2 2 とは、時間をずらして交互に駆動される。このため、第 1 励磁コイル 2 1 と第 2 励磁コイル 2 2 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 2 1 の交流磁界を第 1 検出コイル 3 1 が検出した結果と、第 2 励磁コイル 2 2 の交流磁界を第 2 検出コイル 3 2 が検出した結果とに基づいて、金属異物 S の有無を検出することができる。

[0041] また、複数の検出コイル 3 0 (複数の第 1 検出コイル 3 1 および複数の第 2 検出コイル 3 2) は、順次駆動される。以下に、図 5 を参照して、第 1 励磁コイル 2 1 が駆動される期間において、複数の第 1 検出コイル 3 1 が順次駆動される例を説明する。

[0042] 本形態において、複数の第 1 検出コイル 3 1 を各々、第 1 検出コイル 3 1 a、3 1 b、3 1 c・・・とすると、第 1 検出コイル 3 1 a、3 1 b、3 1 c・・・はいずれも直列に接続されている。また、第 1 検出コイル 3 1 a、3 1 b、3 1 c・・・の端部は、アナログマルチプレクサ等のアナログスイッチ 5 1、5 2 に接続されているとともに、アナログスイッチ 5 1、5 2 の出力は、減算用のオペアンプ 5 3 に接続されている。かかる構成によれば、第 1 励磁コイル 2 1 が駆動される期間中、アナログスイッチ 5 1、5 2 によって、第 1 検出コイル 3 1 a、3 1 b、3 1 c・・・の出力が順次、オペアンプ 5 3

に入力され、金属異物Sに起因する信号の変化が検出される。

[0043] また、第2検出コイル32も、第1検出コイル31と同様に構成されており、第2励磁コイル22が駆動される期間中、アナログスイッチ51、52によって、複数の第2検出コイル32の出力が順次、オペアンプ53に入力され、金属異物Sに起因する信号の変化が検出される。

[0044] それ故、第1励磁コイル21が駆動される期間におけるオペアンプ53からの出力、および第2励磁コイル22が駆動される期間におけるオペアンプ53からの出力によれば、検査回路54は、金属異物Sの有無およびその位置を検出することができる。かかる構成によれば、複数の第1検出コイル31に対して検査回路54を共通化できるとともに、複数の第2検出コイル32に対して検査回路54を共通化できるという利点がある。

[0045] (駆動方法2)

図6は、本発明の実施の形態1に係る磁気センサ装置10において複数の検出コイル30を順次駆動するための別の回路を模式的に示す説明図である。

[0046] 本形態でも、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。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、金属異物Sの有無を検出することができる。

[0047] また、本形態では、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。その際、複数の第1検出コイル31からは、隣り合う第1検出コイル31で検出された信号の差が時間をずらして順次出力され、複数の第2検出コイル32からは、隣り合う第2検出コイル32で検出された信号の差が時間をずらして順次出力される。以下に、図6を参照して、第1励磁コイル21が駆動される期間において、複数の第1検出コイル31が順次駆動される例を説明する。

- [0048] 本形態において、複数の第1検出コイル31を各々、第1検出コイル31 a、31 b、31 c・・・とすると、第1検出コイル31 a、31 b、31 c・・・はいずれも直列に接続されている。また、第1検出コイル31 a、31 b、31 c・・・の端部は、アナログマルチプレクサ等のアナログスイッチ51、52に接続されているとともに、アナログスイッチ51、52の出力はオペアンプ53に接続されている。
- [0049] さらに、第1検出コイル31 a、31 b、31 c・・・のうち、隣り合う第1検出コイル31の接続点はアナログマルチプレクサ等のアナログスイッチ55に接続されている。
- [0050] かかる構成によれば、第1励磁コイル21が駆動される期間中、アナログスイッチ55は、隣り合う第1検出コイル31の接続点を順次、グランド電位とし、かかる動作に連動して、アナログスイッチ51、52は、隣り合う第1検出コイル31で検出された信号の差が順次、オペアンプ53に入力され、金属異物Sに起因する信号の変化が検出される。例えば、アナログスイッチ55が第1検出コイル31 a、31 bの接続点をグランド電位とした際、アナログスイッチ51、52は、第1検出コイル31 aの第1検出コイル31 bとの接続点とは反対側の端部からの出力信号をオペアンプ53に入力させるとともに、第1検出コイル31 bの第1検出コイル31 aとの接続点とは反対側の端部からの出力信号をオペアンプ53に入力させる。次に、例えば、アナログスイッチ55が第1検出コイル31 b、31 cの接続点をグランド電位とした際、アナログスイッチ51、52は、第1検出コイル31 bの第1検出コイル31 cとの接続点とは反対側の端部からの出力信号をオペアンプ53に入力させるとともに、第1検出コイル31 cの第1検出コイル31 bとの接続点とは反対側の端部からの出力信号をオペアンプ53に入力させる。以下、かかる切り換えを順次行っていく。その間、検査回路54は、オペアンプ53からの出力に基づいて、金属異物Sの有無を検出する。
- [0051] また、第2検出コイル32も、第1検出コイル31と同様に構成されており、第2励磁コイル22が駆動される期間中、アナログスイッチ51、52

、55によって、隣り合う第2検出コイル32で検出された信号の差が順次、オペアンプ53に入力され、検査回路54は、オペアンプ53からの出力に基づいて、金属異物Sの有無を検出する。

[0052] かかる構成によれば、複数の第1検出コイル31に対して検査回路54を共通化できるとともに、複数の第2検出コイル32に対して検査回路54を共通化できるという利点がある。また、隣り合う検出コイル30同士の差動を利用するので、環境温度の影響や駆動電流の変動等の影響を受けにくいという利点がある。

[0053] (本形態の主な効果)

以上説明したように、本形態の磁気センサ装置10では、試料配置空間40に対して励磁コイル20および検出コイル30が配置されており、検出コイル30は、励磁コイル20が発生させた交流磁界を検出する。このため、紙幣2等の検査対象試料に金属異物Sが混在している場合には、検出コイル30での検出結果が変化するので、金属異物Sの有無を検出することができる。ここで、励磁コイル20と検出コイル30とは、試料配置空間40を挟んだ反対側に各々、配置されている。従って、試料配置空間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、試料配置空間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を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。

[0054] また、本形態では、励磁コイル20として、試料配置空間40の一方側に配置された第1励磁コイル21と、試料配置空間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、試料配置空間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、試料配置空間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、試料配置空間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。

[0055] また、第1励磁コイル21は、第2検出コイル32に対して試料配置空間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に対して試料配置空間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）より試料配置空間40から離間した位置にあるので、試料配置空間40の全体にわたって磁界を発生させることができる。

[0056] さらに、第1検出コイル31および第2検出コイル32は各々、試料配置空間40に沿って複数配置されているため、紙幣2等の検査対象試料が大きい場合でも、金属異物Sの有無を検出することができる。また、紙幣2等の検査対象試料のいずれの位置に金属異物Sが存在するかを検出することができる。また、第1検出コイル31および第2検出コイル32は各々、試料配置空間40に沿って直線的に配置されているため、磁気センサ装置10の小型化を図ることができる。また、複数の第1検出コイル31の各々を磁氣的に同一あるいは略同一の位置に配置することができ、複数の第2検出コイル32の各々を磁氣的に同一あるいは略同一の位置に配置することができる。それ故、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の各検出コイル30での検出結果に基づいて、金属異物Sが存在するか否かの検出を容易に行うことができる。

[0057] また、本形態において、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）は空芯コイルである。このため、コアを用いた場合と違って、励磁コイル20および検出コイル30を配置する際の自由度が高い。なお、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）の内側、もしくは検出コイル30（第1検出コイル31および第2検出コイル32）の内側に磁性体からなるコアを配置しても良い。

[0058] [実施の形態 2]

図 7 は、本発明の実施の形態 2 に係る磁気センサ装置の説明図であり、図 7 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f) は、磁気センサ装置の正面図、磁気センサ装置の側面図、磁気センサ装置を矢印 R の方向からみた説明図、磁気センサ装置を矢印 Q の方向からみた説明図、磁気センサ装置に用いたコアの正面図、および磁気センサ装置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。

[0059] 図 7 に示すように、本形態の磁気センサ装置 10 も、実施の形態 1 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試料配置空間 40 が構成されている。また、励磁コイル 20 として、試料配置空間 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、試料配置空間 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、試料配置空間 40 に対して Z 軸方向の他方側 Z2 で試料配置空間 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、試料配置空間 40 に対して Z 軸方向の一方側 Z1 で試料配置空間 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。

[0060] 本形態の磁気センサ装置 10 において、第 1 励磁コイル 21 および第 2 検出コイル 32 は、試料配置空間 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、試料配置空間 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 とは磁氣的に結合

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、試料配置空間 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。

[0061] 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、試料配置空間 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、試料配置空間 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。

[0062] 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 の外側を通して第 1 励磁コイル 21 が巻回されており、第 1 コア 610 の試料配置空間 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 の外側を通して第 2 励磁コイル 22 が巻回されており、第 2 コア 620 の試料配置空間 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 に対して試料配置空間 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 に対して試料配置空間 40 とは反対側（Z 軸方向の他方側 Z2）に配置されている。

[0063] このように構成した磁気センサ装置 10 においても、実施の形態 1 と同様

、駆動回路（図示せず）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、第 1 励磁コイル 21 と第 2 励磁コイル 22 とは、時間をずらして駆動される。また、複数の第 1 検出コイル 31 は、時間をずらして順次駆動され、複数の第 2 検出コイル 32 は、時間をずらして順次駆動される。

[0064] かかる検出動作において、紙幣 2 に金属異物 S が混入していない場合、磁力線 L は、接線の方が励磁コイル 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、紙幣 2 に金属異物 S が混入している場合、金属異物 S から離間した位置では、磁力線 L の接線の方が励磁コイル 20 による磁場の方向に一致するような曲線を描くが、金属異物 S 付近では磁力線 L が歪む。従って、複数の検出コイル 30 のうち、金属異物 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。それ故、金属異物 S の存在を検出することができる等、実施の形態 1 と同様な効果を奏する。

[0065] また、本形態において、励磁コイル 20 および検出コイル 30 はコア 60 に巻回されているため、漏れ磁束を低減することができる。従って、本形態によれば、高い感度を得ることができるとともに、漏れ磁束が隣り合う検出コイル 30 に影響を及ぼしにくいので、分解能が高い。

[0066] なお、コア 60 は、図 7 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 とが磁氣的に結合され、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 が対向した空間に試料配置空間 40 を備えていれば良い。また、第 1 コア 610 と第 2 コア 620 とを磁氣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 と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、磁氣的に結合している構成であってもよい。

[0067] [実施の形態 3]

図 8 は、本発明の実施の形態 3 に係る磁気センサ装置の説明図であり、図

8 (a)、(b)、(c)は、磁気センサ装置の正面図、磁気センサ装置の側面図、および磁気センサ装置を矢印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、2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。

[0068] 図8に示すように、本形態の磁気センサ装置10も、実施の形態1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試料配置空間40が構成されている。また、励磁コイル20として、試料配置空間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、試料配置空間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、試料配置空間40に対してZ軸方向の他方側Z2で試料配置空間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、試料配置空間40に対してZ軸方向の一方側Z1で試料配置空間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。

[0069] 本形態の磁気センサ装置10においても、実施の形態2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、試料配置空間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1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。

[0070] 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 3 2 が巻回され、かかる第 2 検出コイル 3 2 を覆うように、X 軸方向の両端部に位置する第 1 コア 6 1 0 の外側を通して第 1 励磁コイル 2 1 が巻回されている。また、第 2 コア 6 2 0 には、複数の第 2 コア 6 2 0 毎に第 1 検出コイル 3 1 が巻回され、かかる第 1 検出コイル 3 1 を覆うように、X 軸方向の両端部に位置する第 2 コア 6 2 0 の外側を通して第 2 励磁コイル 2 2 が巻回されている。すなわち、第 1 励磁コイル 2 1 は第 2 検出コイル 3 2 の周りで巻回され、第 2 励磁コイル 2 2 は第 1 検出コイル 3 1 の周りで巻回されている。

[0071] このように本形態においても、実施の形態 2 と同様、励磁コイル 2 0 および検出コイル 3 0 が共通のコア 6 0 に巻回されているため、漏れ磁束を低減することができる。従って、本形態によれば、高い感度を得ることができるとともに、漏れ磁束が隣り合う検出コイル 3 0 に影響を及ぼしにくいので、分解能が高い。

[0072] なお、かかる構成の場合も、第 1 コア 6 1 0 を構成する磁性体と第 2 コア 6 2 0 を構成する磁性体とが近接して配置されることにより、磁氣的に結合している構成を採用してもよい。

[0073] [実施の形態 4]

図 9 は、本発明の実施の形態 4 に係る磁気センサ装置の正面図である。なお、本形態の基本的な構成は実施の形態 1、2 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。

[0074] 図 9 に示すように、本形態の磁気センサ装置 1 0 も、実施の形態 1 と同様、励磁コイル 2 0 と、励磁コイル 2 0 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 3 0 とを有しており、検出コイル 3 0 と励磁コイル 2 0 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試料配置空間 4 0 が構成されている。

[0075] 本形態では、励磁コイル 2 0 が試料配置空間 4 0 に対して Z 軸方向の一方側 Z 1 のみに配置され、複数の検出コイル 3 0 は、試料配置空間 4 0 に対して Z 軸方向の他方側 Z 2 で試料配置空間 4 0 を挟んで励磁コイル 2 0 に対向

する位置のみに設けられている。ここで、検出コイル 30 は、励磁コイル 20 の交流磁界を検出する。

[0076] 本形態の磁気センサ装置 10 においても、実施の形態 2、3 と同様、励磁コイル 20 および検出コイル 30 は、コアに巻回されている。より具体的には、励磁コイル 20 は、試料配置空間 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、試料配置空間 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 とは磁氣的に結合している。より具体的には、励磁コイル 20 および検出コイル 30 は、試料配置空間 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。

[0077] このように本形態においても、実施の形態 2、3 と同様、励磁コイル 20 および検出コイル 30 がコア 60 に巻回されているため、漏れ磁束を低減することができる。従って、本形態によれば、高い感度を得ることができるとともに、漏れ磁束が隣り合う検出コイル 30 に影響を及ぼしにくいので、分解能が高い。

[0078] なお、かかる構成の場合も、励磁コイル用コア 615 を構成する磁性体と検出コイル用コア 625 を構成する磁性体とが近接して配置されることにより、磁氣的に結合している構成を採用してもよい。

[0079] [実施の形態 5]

図 10 は、本発明の実施の形態 5 に係る磁気センサ装置の説明図であり、図 10 (a)、(b) は、磁気センサ装置の説明図であり、第 1 励磁コイル

2 1 および第2検出コイル3 2を巻回したコア6 0 aの正面図、および第2励磁コイル2 2および第1検出コイル3 1を巻回したコア6 0 b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、2、4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。

[0080] 図1 0に示すように、本形態では、図9に示す磁気センサ装置1 0の構成を利用して、試料配置空間4 0に対してZ軸方向の一方側Z 1に第1励磁コイル2 1および第2検出コイル3 2を配置し、Z軸方向の他方側Z 2に第2励磁コイル2 2および第1検出コイル3 1を配置してある。すなわち、図9に示すコア6 0と、図9に示すコア6 0をZ軸方向で反転させたコア6 0とを各々、コア6 0 a、6 0 bとしてY軸方向で交互に配置されている。

[0081] ここで、図1 0 (a)に示すコア6 0 aは、枠部6 1において、枠部6 2に対向する縁には、枠部6 2に向けて突出する突極状の第1励磁コイル用コア6 1 1が形成され、かかる第1励磁コイル用コア6 1 1に第1励磁コイル2 1が巻回されている。また、枠部6 2において、枠部6 1に対向する縁には、枠部6 1に向けて突出する突極状の第1検出コイル用コア6 2 1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6 2 1に第1検出コイル3 1が巻回されている。

[0082] 図1 0 (b)に示すコア6 0 bは、コア6 0 aに対してY軸方向で対向配置されている。かかるコア6 0 bでは、枠部6 2において、枠部6 1に対向する縁には、枠部6 1に向けて突出する突極状の第2励磁コイル用コア6 2 2が形成され、かかる第2励磁コイル用コア6 2 2に第2励磁コイル2 2が巻回されている。また、枠部6 1において、枠部6 2に対向する縁には、枠部6 2に向けて突出する突極状の第2検出コイル用コア6 1 2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6 1 2に第2検出コイル3 2が巻回されている。

[0083] なお、かかる構成の場合も、第1励磁コイル用コア6 1 1を構成する磁性体と第1検出コイル用コア6 2 1を構成する磁性体とが近接して配置される

ことにより、磁氣的に結合し、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、磁氣的に結合している構成を採用してもよい。

[0084] [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、金属異物Sの検出を励磁したが、検査対象試料に付加されている磁気インク等の金属材料を検出するための磁気センサ装置10に本発明を適用してもよい。また、第1検出コイル31および第2検出コイル32で検出された各信号に基づいて金属異物S等の金属材料を検出してもよいが、Z軸方向で相対向する位置に配置された第1検出コイル31および第2検出コイル32の各検出結果の和に基づいて金属異物S等の金属材料を検出してもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 励磁コイルと、
該励磁コイルに対向し、前記励磁コイルが発生させる交流磁界を検出する検出コイルと、
該検出コイルと前記励磁コイルとの間で検査対象試料が配置される試料配置空間と、
を有していることを特徴とする磁気センサ装置。
- [請求項2] 前記励磁コイルとして、前記試料配置空間の一方側に配置された第1励磁コイルと、前記試料配置空間の他方側に配置された第2励磁コイルとが設けられ、
前記検出コイルとして、前記試料配置空間の前記他方側で前記第1励磁コイルの交流磁界を検出する第1検出コイルと、前記試料配置空間の前記一方側で前記第2励磁コイルの交流磁界を検出する第2検出コイルとが設けられていることを特徴とする請求項1に記載の磁気センサ装置。
- [請求項3] 前記第1励磁コイルと前記第2励磁コイルとは、時間をずらして駆動されることを特徴とする請求項2に記載の磁気センサ装置。
- [請求項4] 前記励磁コイルは、前記試料配置空間の一方側に配置された励磁コイル用コアに設けられ、
前記検出コイルは、前記試料配置空間の他方側に配置された検出コイル用コアに設けられ、
前記励磁コイル用コアと前記検出コイル用コアとは磁氣的に結合していることを特徴とする請求項1に記載の磁気センサ装置。
- [請求項5] 前記第1励磁コイルおよび前記第2検出コイルは、前記試料配置空間の前記一方側に配置された第1コアに設けられ、
前記第2励磁コイルおよび前記第1検出コイルは、前記試料配置空間の前記他方側に配置された第2コアに設けられ、
前記第1コアと前記第2コアとは磁氣的に結合していることを特徴

とする請求項 2 または 3 に記載の磁気センサ装置。

[請求項 6]

前記第 1 励磁コイルは、前記試料配置空間の前記一方側に配置された第 1 励磁コイル用コアに設けられ、

前記第 1 検出コイルは、前記試料配置空間の前記他方側に配置された第 1 検出コイル用コアに設けられ、

前記第 1 励磁コイル用コアと前記第 1 検出コイル用コアとは磁気的に結合しており、

前記第 2 励磁コイルは、前記試料配置空間の前記他方側に配置された第 2 励磁コイル用コアに設けられ、

前記第 2 検出コイルは、前記試料配置空間の前記一方側に配置された第 2 検出コイル用コアに設けられ、

前記第 2 励磁コイル用コアと前記第 2 検出コイル用コアとは磁気的に結合していることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の磁気センサ装置。

[請求項 7]

前記励磁コイルおよび前記検出コイルはいずれも、空芯コイルである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磁気センサ装置。

[請求項 8]

前記第 1 励磁コイル、前記第 1 検出コイル、前記第 2 励磁コイルおよび前記第 2 検出コイルはいずれも、空芯コイルであって、

前記第 1 励磁コイルは、前記第 2 検出コイルに対して前記試料配置空間とは反対側に配置され、

前記第 2 励磁コイルは、前記第 1 検出コイルに対して前記試料配置空間とは反対側に配置されている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磁気センサ装置。

[請求項 9]

前記第 1 検出コイルは、前記試料配置空間の前記他方側に複数配置され、

前記第 2 検出コイルは、前記試料配置空間の前記一方側に複数配置されていることを特徴とする請求項 2、3、5、6 または 8 に記載の

磁気センサ装置。

[請求項10] 前記複数の第1検出コイルは、前記試料配置空間に沿って直線的に配置され、

前記複数の第2検出コイルは、前記試料配置空間に沿って直線的に配置されていることを特徴とする請求項9に記載の磁気センサ装置。

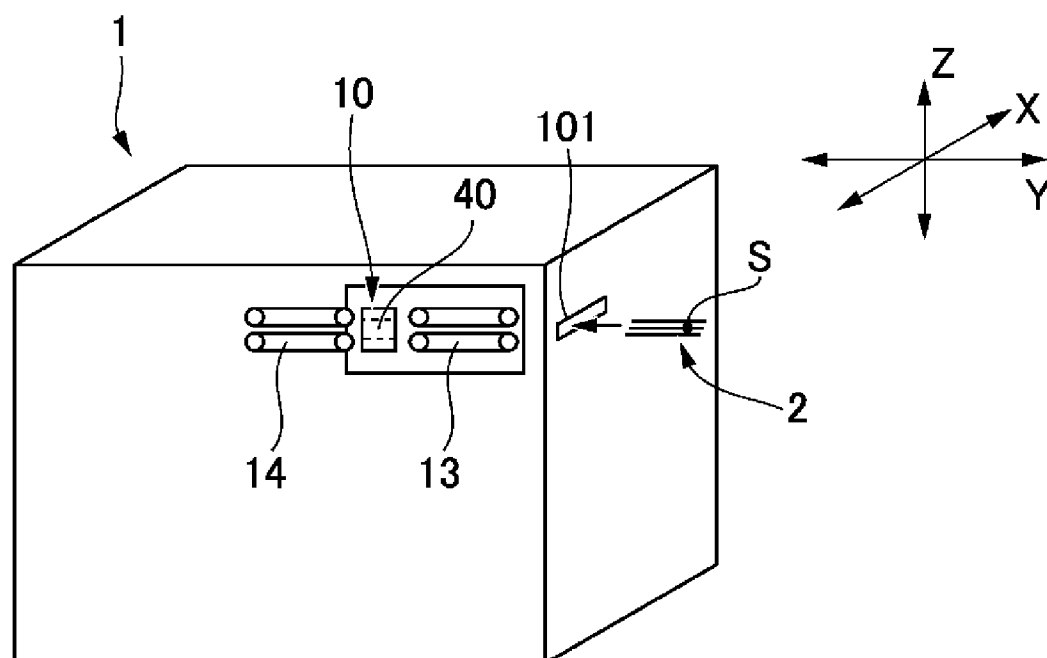
[請求項11] 前記複数の第1検出コイルは、時間をずらして順次駆動され、
前記複数の第2検出コイルは、時間をずらして順次駆動されることを特徴とする請求項9または10に記載の磁気センサ装置。

[請求項12] 前記複数の第1検出コイルからは、隣り合う第1検出コイルで検出される信号の差が出力され、

前記複数の第2検出コイルからは、隣り合う第2検出コイルで検出される信号の差が出力されることを特徴とする請求項9乃至11の何れか一項に記載の磁気センサ装置。

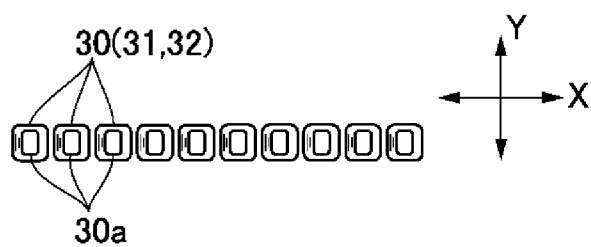
[請求項13] 前記試料配置空間に前記検査対象試料を搬送する搬送機構を有していることを特徴とする請求項1乃至12の何れか一項に記載の磁気センサ装置。

[図1]

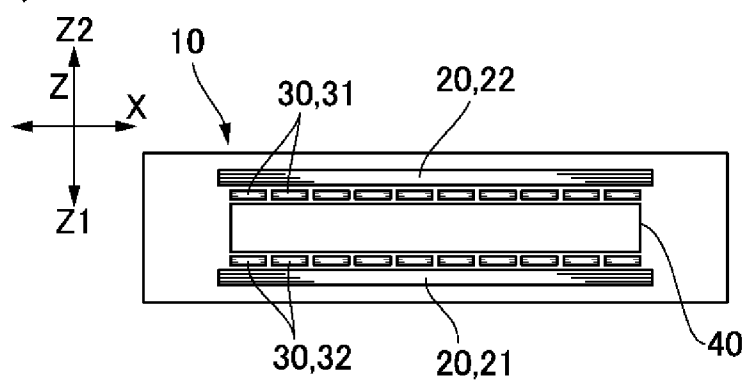


[図2]

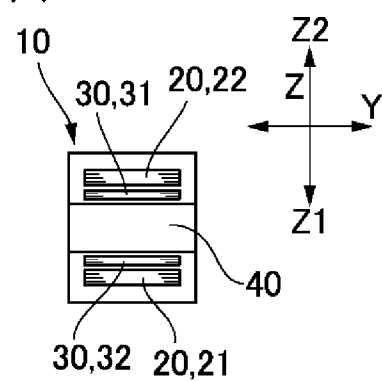
(c)



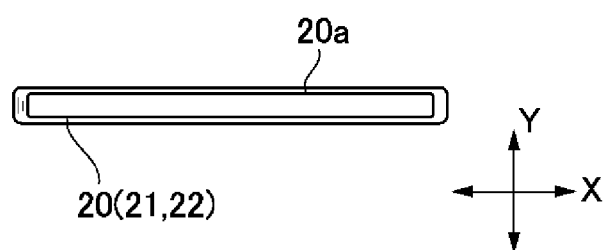
(a)



(b)

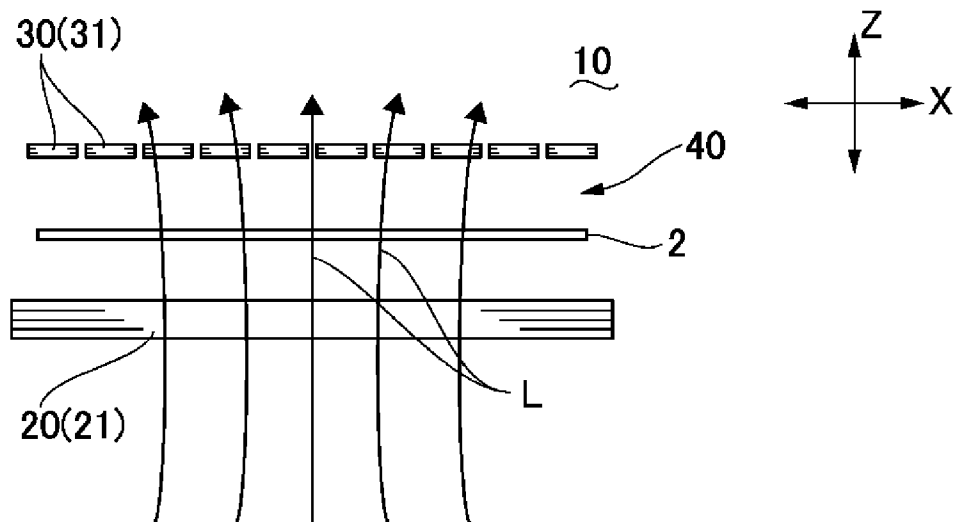


(d)

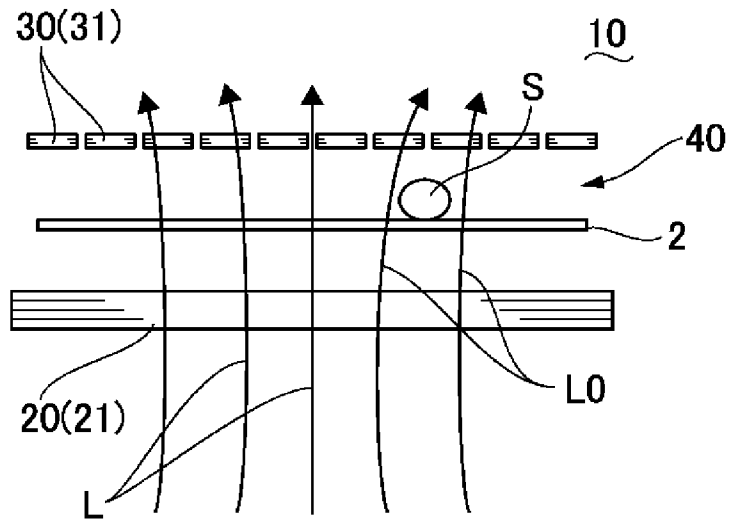


[図3]

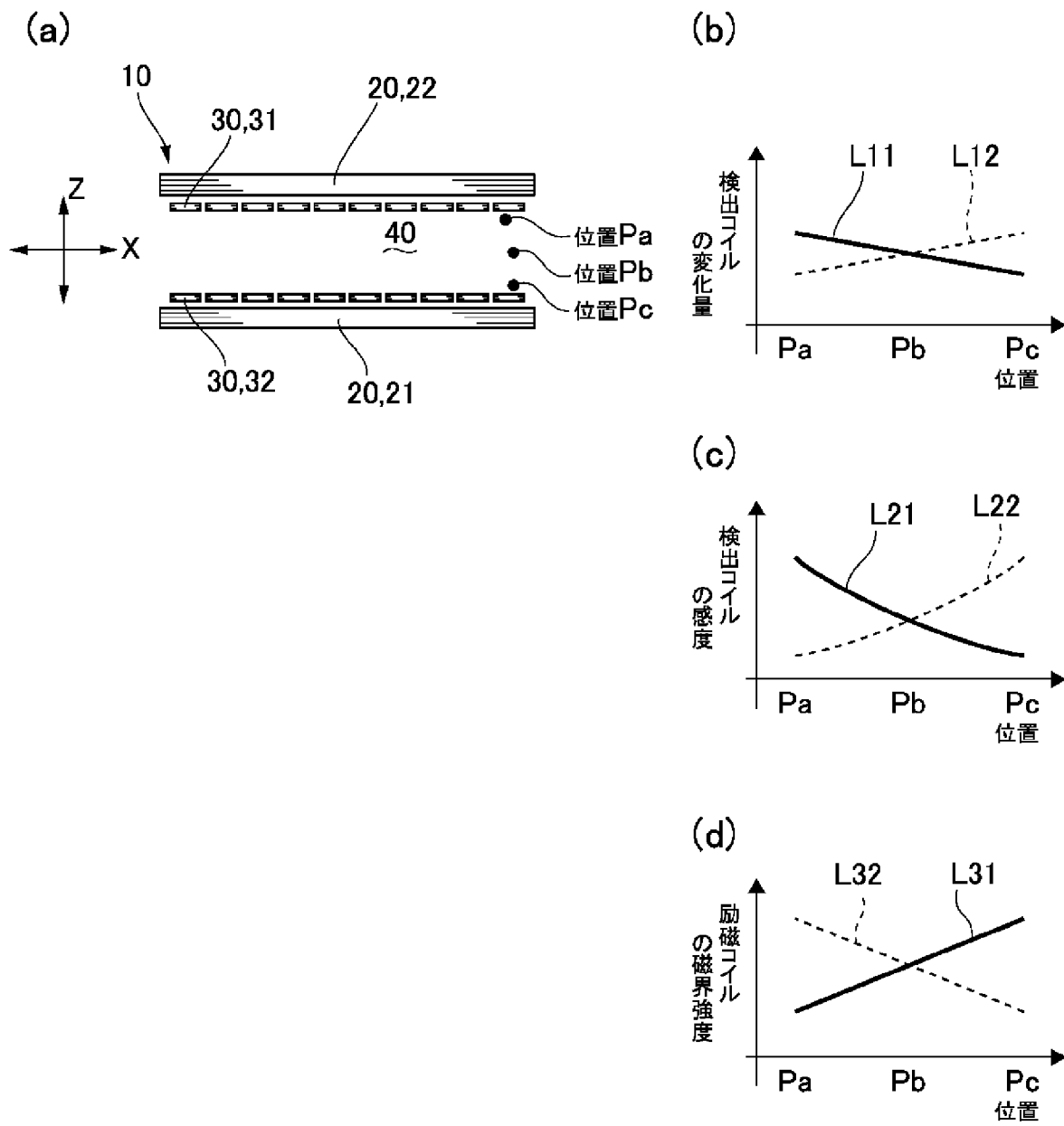
(a)



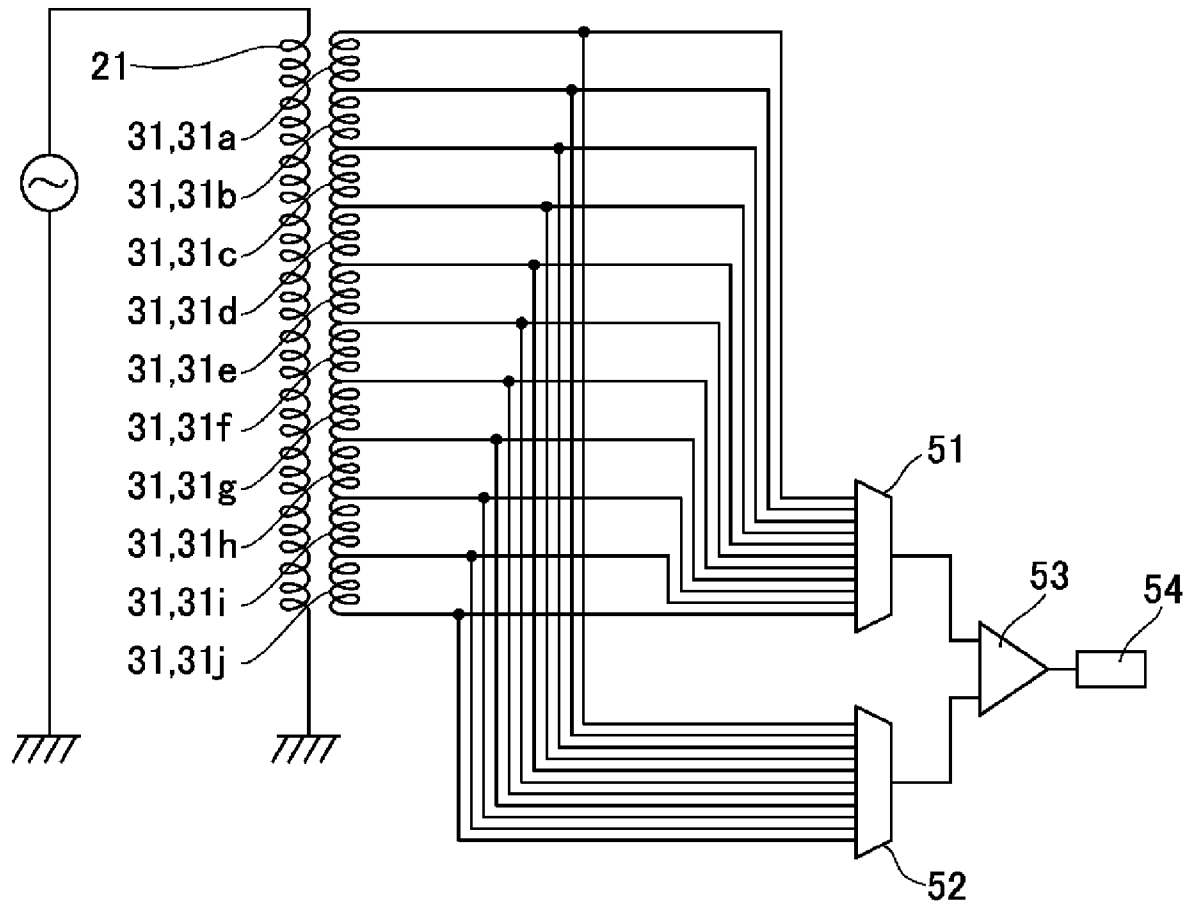
(b)



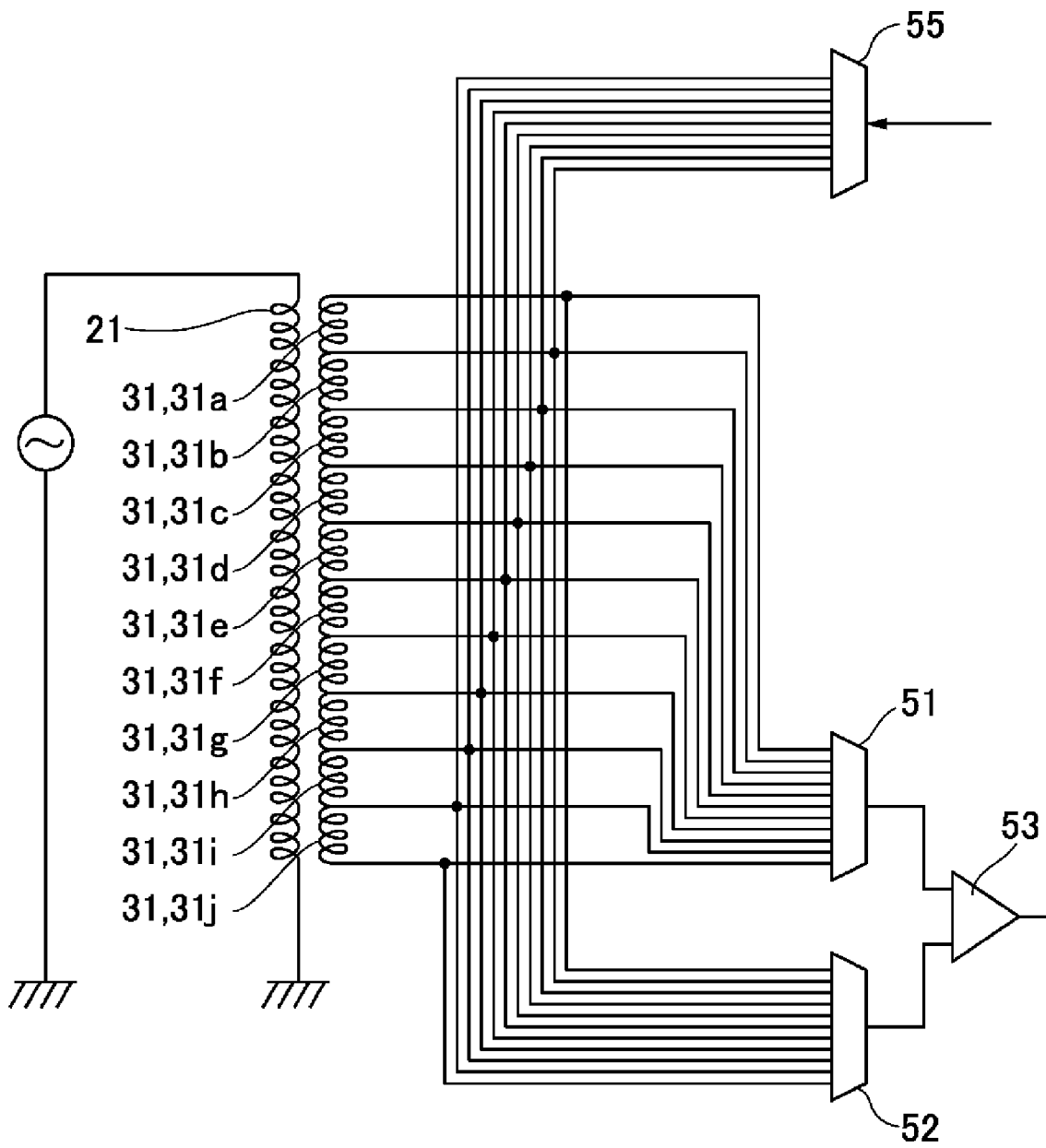
[図4]



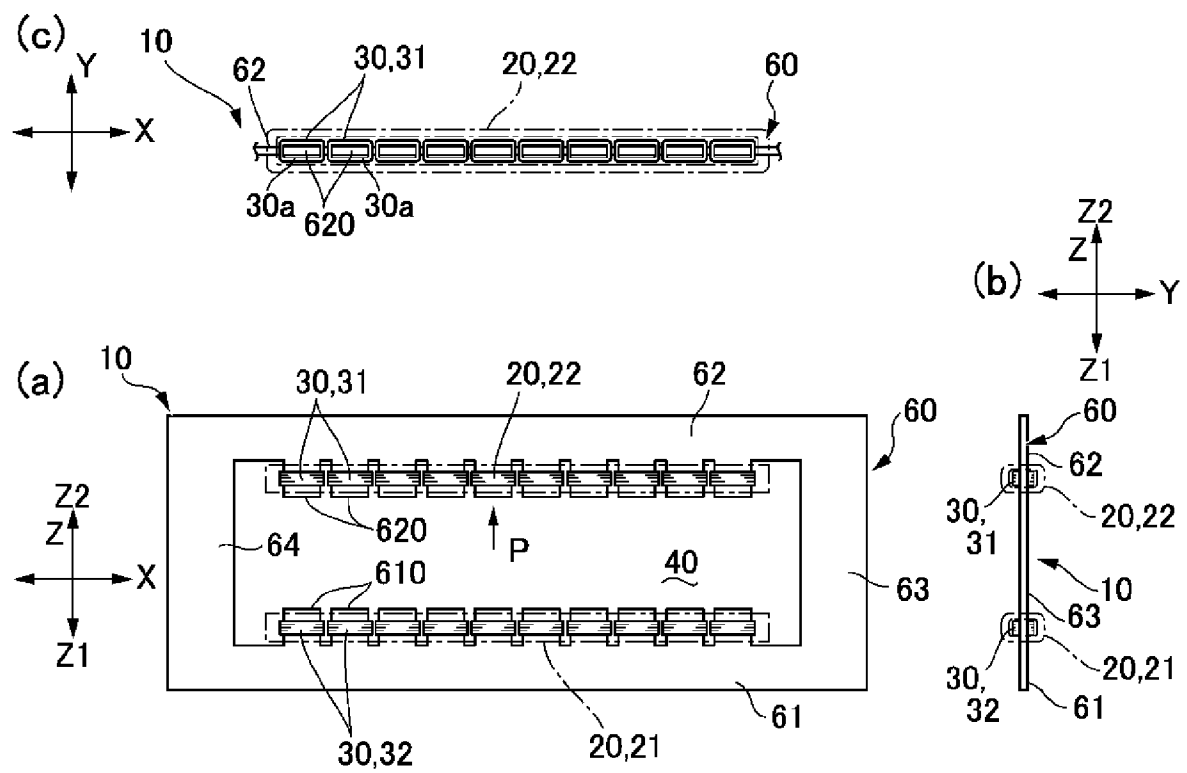
[図5]



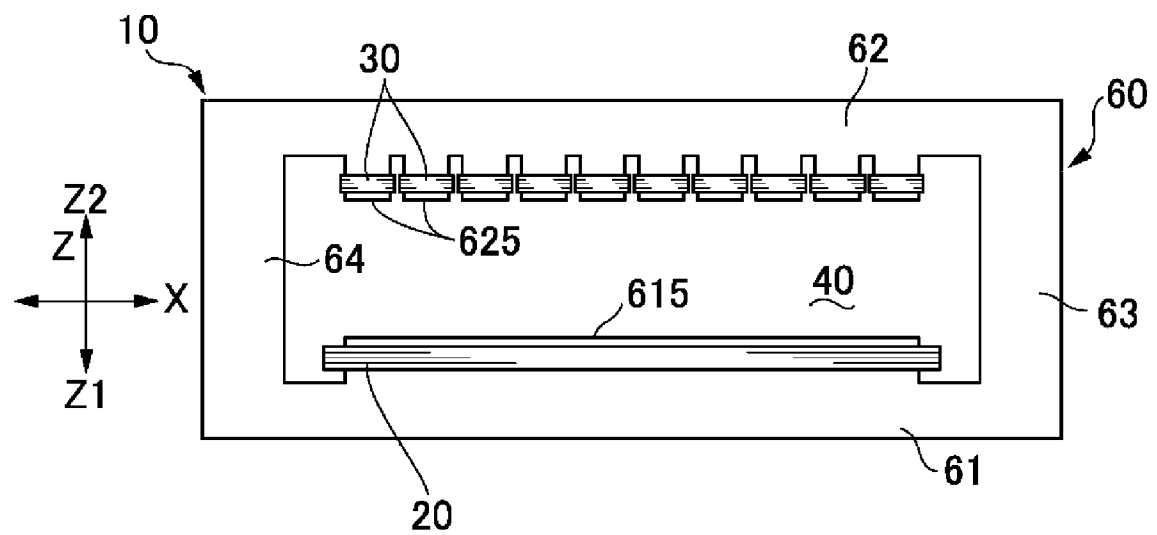
[図6]



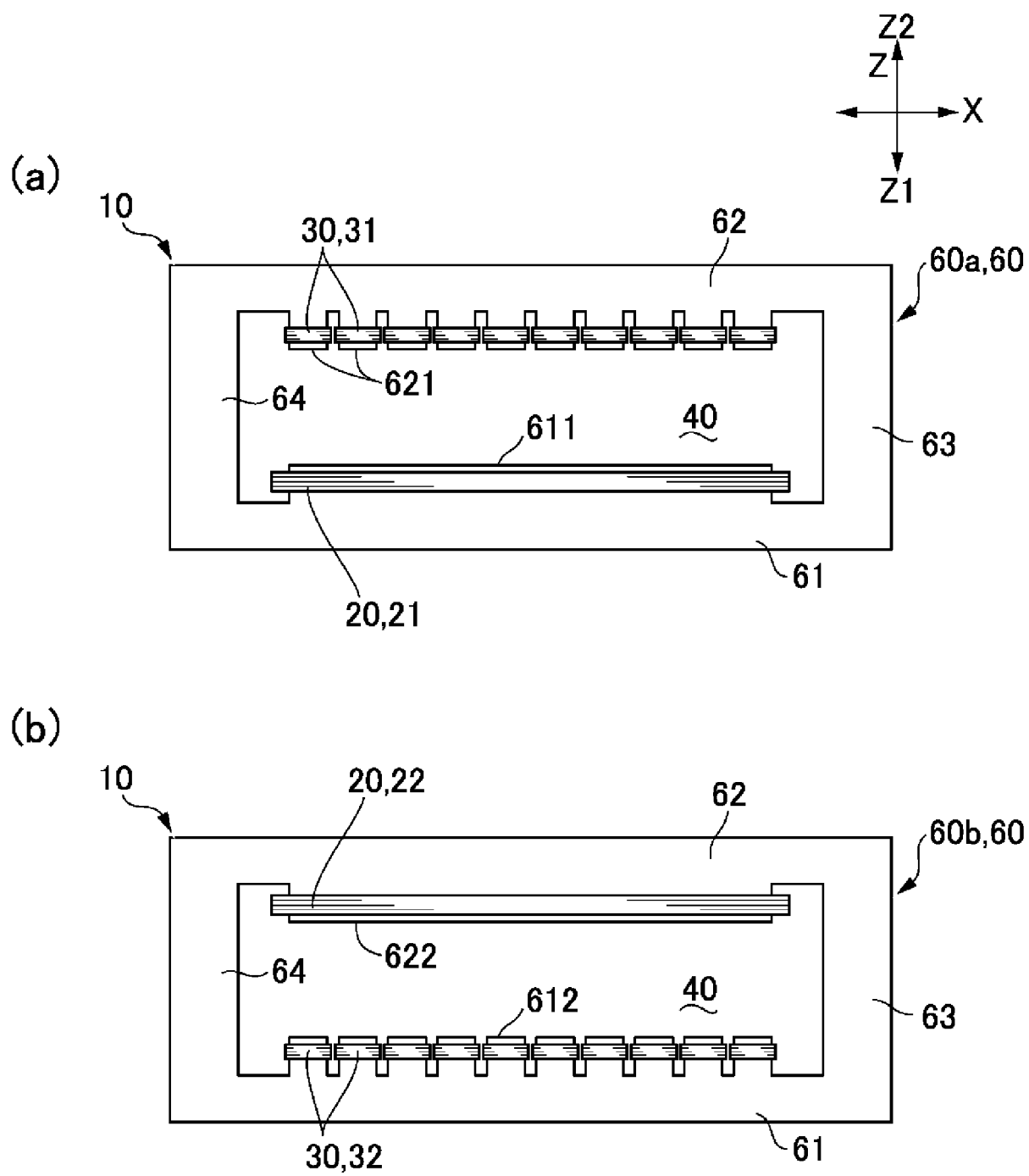
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/066291

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01V3/10(2006.01) i, G01N27/72(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01V3/10, G01N27/72

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2008-134703 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 12 June 2008 (12.06.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-3, 7, 8, 13 9-12 4-6
Y A	JP 2012-122955 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 28 June 2012 (28.06.2012), entire text; all drawings & US 2012/0150457 A1 & EP 2463836 A2	9, 10, 12 4-6
Y A	JP 2-304348 A (Nippon Keisoku Kogyo Kabushiki Kaisha), 18 December 1990 (18.12.1990), claim 1 (Family: none)	9-11 4-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 August, 2013 (01.08.13)

Date of mailing of the international search report
13 August, 2013 (13.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/066291

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-17118 A (Kawashima Packaging Machinery Ltd.), 20 January 2005 (20.01.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2006-113043 A (Hashima Co., Ltd.), 27 April 2006 (27.04.2006), entire text; all drawings & HK 1090126 A & CN 1749779 A	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01V3/10(2006.01)i, G01N27/72(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01V3/10, G01N27/72

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2008-134703 A (富士ゼロックス株式会社) 2008.06.12, 全文全図 (ファミリーなし)	1-3, 7, 8, 13 9-12 4-6
Y A	JP 2012-122955 A (富士ゼロックス株式会社) 2012.06.28, 全文全図 & US 2012/0150457 A1 & EP 2463836 A2	9, 10, 12 4-6
Y A	JP 2-304348 A (日本計測工業株式会社) 1990.12.18, 特許請求の範囲 (1) (ファミリーなし)	9-11 4-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.08.2013

国際調査報告の発送日

13.08.2013

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中 秀直

2 J

3409

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-17118 A (株式会社川島製作所) 2005.01.20, 全文全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2006-113043 A (株式会社ハシマ) 2006.04.27, 全文全図 & HK 1090126 A & CN 1749779 A	1-13