(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2015-10902
(P2015-10902A)
(43)公開日　平成27年1月19日(2015.1.19)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G01N 27/72	(2006.01)	G01N	27/72		2G017
G01R 33/02	(2006.01)	G01R	33/02	D	2G053
G07D 7/04	(2006.01)	G01R	33/02	Q	3E041
G07D 7/00	(2006.01)	G07D	7/04		5F092
H01L 43/00	(2006.01)	G07D	7/00	D	

審査請求 未請求　請求項の数 5　ＯＬ　（全 12 頁）　最終頁に続く

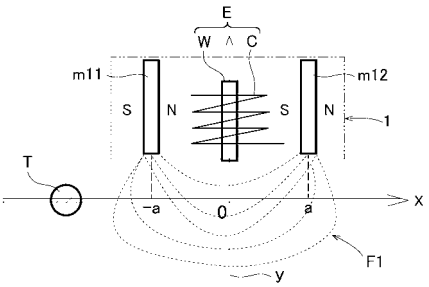
(21)出願番号　特願2013-135651 (P2013-135651)
(22)出願日　平成25年6月27日 (2013.6.27)

(71)出願人　000116655
愛知製鋼株式会社
愛知県東海市荒尾町ワノ割１番地
(74)代理人　100113664
弁理士　森岡　正往
(74)代理人　100149320
弁理士　井川　浩文
(74)代理人　100108833
弁理士　早川　裕司
(74)代理人　110001324
特許業務法人ＳＡＮＳＵＩ国際特許事務所
(72)発明者　山本　道治
愛知県東海市荒尾町ワノ割１番地　愛知製鋼株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】磁気検査装置および磁気検査方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】食品、医薬品、工業製品等に含まれる異物の検出、磁性インクによる印刷媒体の識別や認識等を高感度、高精度に行える磁気検査装置を提供する。
【解決手段】磁気検査装置１は、検査対象物に含まれる磁性材からなる被検出体Ｔへ印加される検査磁場Ｆ１を生成する検査磁場源ｍ１、ｍ２と、検査磁場内の特定軸方向に延在し特定軸方向の磁気である特定磁気に感応してインピーダンスを変化させ得る感磁体を有するマグネトインピーダンス素子Ｅとを備える。検査対象物がマグネトインピーダンス素子または検査磁場源に対して相対移動することにより、検査磁場内で被検出体により誘起される特定磁気の変化に基づき、検査対象物内における被検出体の存在状況を高感度、高精度に検出することが可能となる。
【選択図】図１Ａ



【特許請求の範囲】
【請求項１】
検査対象物に含まれる磁性材からなる被検出体へ印加される検査磁場を生成する検査磁場源と、
該検査磁場内の特定軸方向に延在し該特定軸方向の磁気である特定磁気に感応してインピーダンスを変化させ得る感磁体を有するマグネトインピーダンス素子とを備え、
該検査対象物が該マグネトインピーダンス素子または該検査磁場源に対して相対移動することにより、該検査磁場内で該被検出体により誘起される該特定磁気の変化に基づき、該検査対象物内における該被検出体の存在状況を把握し得ることを特徴とする磁気検査装置。
【請求項２】
前記検査磁場源は、少なくとも第１検査磁場源と第２検査磁場源とからなり、
前記マグネトインピーダンス素子は、該第１検査磁場源と該第２検査磁場源の中間に配設される請求項１に記載の磁気検査装置。
【請求項３】
前記検査磁場源は、前記特定軸方向または該特定軸方向に対する垂直方向に沿って配設される請求項１または２に記載の磁気検査装置。
【請求項４】
さらに、前記検査対象物を前記検査磁場源または前記マグネトインピーダンス素子に対して相対移動させ得る移動手段を備える請求項１～３のいずれかに記載の磁気検査装置。
【請求項５】
磁性材からなる被検出体を含み得る検査対象物へ印加する検査磁場を生成する検査磁場源または該検査磁場内の特定軸方向に延在し該特定軸方向の磁気である特定磁気に感応してインピーダンスを変化させ得る感磁体を有するマグネトインピーダンス素子に対して、該検査対象物を相対移動させ得る移動ステップと、
該移動ステップ中に該検査磁場内で該被検出体により誘起される該特定磁気の変化を該マグネトインピーダンス素子により検出する検出ステップとを備え、
該特定磁気の変化に基づき該検査対象物内における該被検出体の存在状況を把握し得ることを特徴とする磁気検査方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、食品、医薬品、工業製品等に含まれる異物の検出、磁性インクを用いた印刷媒体の識別や認識等に用いることができる磁気検査装置またはその磁気検査方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
磁気センサを備えた磁気検査装置により、食品、医薬品、工業製品等に含まれる異物（例えば金属製の微細片や微粒子等）の検出、磁性材を含む特殊インク（磁性インク）等を用いた印刷媒体（例えば紙幣や小切手等）の認識や識別等がなされることが多い。このような磁気検査装置に関する記載が、例えば、下記の特許文献にある。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開平１１－９６４３０号公報
【特許文献２】特開２００１－２１６３１号公報
【特許文献３】特開２０１２－１２２９８３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】

特許文献１は、マグネトインピーダンス素子（適宜「ＭＩ素子」という。）からなる磁気センサを用いた磁気検出装置を提案している。この磁気検出装置では、磁気センサから十分に離れたところで予め検査対象物に含まれる被検出体（金属異物等）を十分に磁化（さらには飽和磁化まで着磁）させておき、その被検出体の残留磁気を測定することによって、検査対象物中の異物検出や検査対象物（磁性媒体）の認識や識別等を行っている。しかし、軟磁性材からなる被検出体は、着磁場から離れると、その残留磁気が急減するため、高感度な検出が困難になり易い。特に、被検出体が極微少である場合、その残留磁気も非常に僅かとなり、磁気検出装置による高精度な検出が困難となる。

【０００５】

特許文献２および特許文献３は、検査対象物を強磁場環境中を通過させつつ、磁気抵抗効果素子（適宜「ＭＲ素子」という。）からなる磁気センサを用いて、被検出体の検査を行う磁気センサ装置を提案している。ここで、強い外部磁場中に置かれたＭＲ素子は、被検出体から生じる磁場とは関係のない外部磁場に強く影響を受ける。このため、特許文献２のように二つのＭＲ素子とそれらの差動増幅回路を用いたり、特許文献３のようにＭＲ素子を磁界強度が零点となる付近に配置したりする必要があり、装置が複雑化したり高コスト化等となり得る。

【０００６】

なお、ホール素子からなる磁気センサ装置は、比較的感度が低く、空間分解能も小さいため、微細な被検出体の検出や磁性インクを用いた印刷物などの識別等には向かない。またフラックスゲートセンサからなる磁気センサ装置は、高感度であるものの小型化が困難でホール素子と同様に空間分解能が小さく、高精度な検出や微細な被検出体を対象とする識別等には向かない。また、検査対象物を強磁場環境中を通過させつつ被検出体から生じる磁場を測定しようとしても、強磁場環境下ではコアが常に飽和してしまうため、検出自体が困難となる。

【０００７】

本発明はこのような事情に鑑みて為されたものであり、上述したような従来の磁気検査装置とは異なり、極微細な被検出体であっても高精度な検出、認識または識別等が可能となる新たな磁気検査装置または磁気検査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】

【０００８】

本発明者はこの課題を解決すべく鋭意研究し、試行錯誤を重ねた結果、従来の磁気検査装置のように被検出体の残留磁気を検出するパッシブ型磁気検査装置ではなく、外部磁場源により生成した強磁場環境中で、被検出体の移動により生じる磁気変動をＭＩ素子により検出するアクティブ型磁気検査装置を思いついた。この成果を発展させることにより、以降に述べる本発明を完成するに至った。

【０００９】

《磁気検査装置》

（１）本発明の磁気検査装置は、検査対象物に含まれる磁性材からなる被検出体へ印加される検査磁場を生成する検査磁場源と、該検査磁場内の特定軸方向に延在し該特定軸方向の磁気である特定磁気に感応してインピーダンスを変化させ得る感磁体を有するマグネトインピーダンス素子とを備え、該検査対象物が該マグネトインピーダンス素子または該検査磁場源に対して相対移動することにより、該検査磁場内で該被検出体により誘起される該特定磁気の変化に基づき、該検査対象物内における該被検出体の存在状況を把握し得ることを特徴とする。

【００１０】

（２）本発明の磁気検査装置によれば、強磁場環境である検査磁場内に検査対象物を配置し、その検査対象物内に含まれる被検出体（異物や磁性インク等）を十分に磁化した状態（さらには飽和磁化状態）で、その被検出体から放出される磁気を検出できる。このため、残留磁気による測定では検出困難であった軟磁性体の検出も可能になると共に従来装置に比べてより微小な被検出体まで磁気検査の対象となり得る。

【００１１】
ここで本発明の磁気検査装置では、磁気センサーとして、従来のようなＭＲ素子等よりも遙かに高感度で高分解能なＭＩ素子を用いており、特定軸方向に延在する感磁体からなるＭＩ素子は、特定軸方向に対する垂直方向の磁気成分を検出せず、特定軸方向の磁気成分のみを検出する。このＭＩ素子を用いれば、強磁場環境下でも、被検出体により誘起される特定方向の磁気成分（特定磁気）の変化のみを高感度に検出でき、また空間分解能に優れた検出も可能となる。こうして本発明の磁気検査装置によれば、被検出体の高精度な検出、認識または識別等が可能となる。
【００１２】
《磁気検査方法》
本発明は、上述した磁気検査装置としてのみならず、磁気検査方法としても把握できる。すなわち本発明は、磁性材からなる被検出体を含み得る検査対象物へ印加する検査磁場を生成する検査磁場源または該検査磁場内の特定軸方向に延在し該特定軸方向の磁気である特定磁気に感応してインピーダンスを変化させ得る感磁体を有するマグネトインピーダンス素子に対して、該検査対象物を相対移動させ得る移動ステップと、該移動ステップ中に該検査磁場内で該被検出体により誘起される該特定磁気の変化を該マグネトインピーダンス素子により検出する検出ステップとを備え、該特定磁気の変化に基づき該検査対象物内における該被検出体の存在状況を把握し得ることを特徴とする磁気検査方法としても把握できる。
【００１３】
《その他》
（１）本明細書でいう検査磁場は、検査磁場源により形成される磁場であって、その磁場内における被検出体の進入または退出により、ＭＩ素子により検出される磁気の特定軸方向成分（特定磁気）が変動を生じる範囲である。
【００１４】
（２）本発明の構成要素となる「手段」と「ステップ」は、相互に読み替えることができる。例えば、移動手段や判定手段を構成する内容は、実質的に移動ステップや判定ステップを構成する内容とし得る。
【図面の簡単な説明】
【００１５】
【図１Ａ】磁気検査装置（実施例１）の概要図である。
【図１Ｂ】それにより検出された特定磁気の変化量を示すグラフである。
【図２Ａ】磁気検査装置（実施例２）の概要図である。
【図２Ｂ】それにより検出された特定磁気の変化量を示すグラフである。
【図３Ａ】磁気検査装置（実施例３）の概要図である。
【図３Ｂ】それにより検出された特定磁気の変化量を示すグラフである。
【図４Ａ】磁気検査装置（実施例４）の概要図である。
【図４Ｂ】それにより検出された特定磁気の変化量を示すグラフである。
【図５Ａ】磁気検査装置（実施例５）の概要図である。
【図５Ｂ】それにより検出された特定磁気の変化量を示すグラフである。
【図６Ａ】磁気検査装置（実施例６）の概要図である。
【図６Ｂ】それにより検出された特定磁気の変化量を示すグラフである。
【図７Ａ】磁気検査装置（実施例７）の概要図である。
【図７Ｂ】それにより検出された特定磁気の変化量を示すグラフである。
【図８Ａ】磁気検査装置（実施例８）の概要図である。
【図８Ｂ】それにより検出された特定磁気の変化量を示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
本明細書で説明する内容は、本発明の磁気検査装置のみならず磁気検査方法にも該当し得る。上述した本発明の構成要素に、本明細書中から任意に選択した一つまたは二つ以上

の構成要素を付加し得る。いずれの実施形態が最良であるか否かは、対象、要求性能等によって異なる。

【００１７】

《ＭＩ素子》

ＭＩ素子は、高周波電流の供給下にある感磁体のインピーダンスが、表皮効果により外部磁界に応じて変化するマグネトインピーダンス効果（ＭＩ効果）を利用した素子である。この感磁体は、通常、ＣｏＦｅＳｉＢ系合金等の軟磁性材からなるワイヤや薄膜などからなるが、特に感度やコスト等の点で零磁歪のアモルファスワイヤが好ましい。

【００１８】

高周波（パルス）電流を印加した感磁体の磁場変化に応じたインピーダンス変化は、感磁体の両端電圧から直接的に検出してもよいし、延在する感磁体の周囲に巻回された検出コイル（ピックアップコイル）を介して起電力の変化として間接的に検出してもよい。但し、検出コイルを用いると、特定磁気の向きも検出でき、より高感度な検出が可能となる。この場合、本発明に係るＭＩ素子は、感磁体（特に感磁ワイヤー）の他に検出コイル（検出手段）も含むことになる。

【００１９】

ＭＩ素子からなる磁気センサ（適宜、「ＭＩセンサ」という。）は、ＭＩ素子の他に、例えば、ＭＩ素子へ高周波（パルス）電流を供給するパルス発振回路、ピックアップコイルで生じた電圧を処理する信号処理回路等を備える。これら回路とＭＩ素子は同一基板上に設けられていると、ＭＩセンサ全体がコンパクトになり、ひいては磁気検査装置の小型化を図れて好ましい。このようなＭＩセンサについては多数の出願がなされており、例えば、ＷＯ２００５／１９８５１号公報、ＷＯ２００９／１１９０８１号公報、日本特許４６５５２４７号公報などに詳しく記載されている。

【００２０】

なお、ＭＩセンサは、指向性に優れるため、基本的に検出対象である磁気の検出方向（座標軸方向）毎に１つ設けられる。本発明の磁気検査装置では、特定軸方向の磁気（特定磁気）を検出できる少なくとも一つのＭＩ素子を備えれば足るが、複数の検出方向に対応して複数のＭＩ素子を設けてもよい。例えば、検査対象物の相対移動方向に対して垂直な二方向をそれぞれ特定軸方向とする二つのＭＩ素子を設けてもよい。これにより検査対象物毎にその相対移動軌跡がバラついたり二次元的になるような場合でも、各検査対象物毎に被検出体の検出をより確実に行うことが可能となる。なお、ＭＩ素子は、同一の検出方向（特定軸方向）に沿って横方向または縦方向に複数（例えば一対）設けられていてもよい。また複数のＭＩ素子を設ける場合、その入力側のパルス発振回路やその出力側の信号処理回路を各ＭＩ素子毎に設けずに一つに集約すると、磁気検査装置の小型化を図れて好ましい。

【００２１】

《検査磁場源》

検査磁場源は、永久磁石でも電磁石でもよい。検査磁場源に永久磁石を用いると、磁気検査装置の小型化や簡素化を図れると共にＭＩ素子による検出に影響するノイズの発生も抑制し得る。

【００２２】

検査磁場の生成と検査磁場中における特定磁気またはその変化量の検出が可能である限り、検査磁場源の個数、磁極の向きなどは問わない。但し、検査磁場源またはＭＩ素子に被検出体が接近または離反した際に、ＭＩ素子により検出される特定磁気の変化量が大きくなるように、検査磁場源とＭＩ素子の配置を調整すると好ましい。

【００２３】

検査磁場源の配置は種々考えられる。例えば、検査磁場源は、少なくとも第１検査磁場源と第２検査磁場源とからなり、第１検査磁場源と第２検査磁場源の中間にマグネトインピーダンス素子を配設するようにするとよい。また単数または複数の検査磁場源を特定軸方向に沿って配置してもよいし、特定軸方向に垂直方向に配置しても、さらには特定軸方

向に対して斜め方向や交差状に配置してもよい。複数の検査磁場源は、同磁極同士を対向（対峙）させて配置しても良いし、異磁極同士を対向（対峙）させて配置しても良い。

【００２４】

《移動手段》

検査磁場源により生成された検査磁場内の磁場状態（磁力線の分布状態）は、被検出体を含む検査対象物の検査磁場内における進退や相対移動によって乱れ、変化し得る。このような検査磁場の変化状態または変化量を検出することにより、被検出体の検出、識別等が可能となる。

【００２５】

そこで先ず、被検出体を含む検査対象物が検査磁場に対して接近（進入）または離反（退出）することが必要となる。この際、検査磁場源および／またはＭＩ素子と検査対象物とのいずれか一方が移動すれば足る。多くの検査対象物を効率的に検査する場合、本発明の磁気検査装置は、さらに、検査対象物を検査磁場源またはマグネトインピーダンス素子に対して相対移動させ得る移動手段を備えると好ましい。この移動手段は、例えば、検査対象物を検査磁場内へ搬送する搬送手段である。逆に、磁気検査装置が、検査磁場源とＭＩ素子がパッケージ化されたハンディータイプなら、その磁気検査装置を自動または手動で検査対象物に対して接近または離反等させてもよい。

【００２６】

《判定手段》

次に、本発明の磁気検査装置によって被検出体の存在状態を高精度に把握するには、被検出体が検査磁場外にあるときの特定磁気（被検出体の影響を受けないときの基準磁気）と被検出体が検査磁場内にあるときの特定磁気とを比較して、被検出体の有無、被検出体の分布等を判定することが必要となる。

【００２７】

そこで本発明の磁気検査装置は、さらに、特定磁気の変化量または変化状態に基づいて被検出体の存在状況を判定できる判定手段を備えると好ましい。被検出体である異物等の有無を検出する場合なら、判定手段は、例えば、特定磁気の変化量を所定の閾値と大小比較する比較手段であれば足る。一方、そのような異物の存在位置を把握したり、磁性インクを用いた印刷物の認識や識別を行う場合なら、判定手段は、例えば、特定磁気の変化状態（例えば特定磁気の検出波形）を、被検出体が存在しないときの基準状態（例えば特定磁気の基準波形）と比較する比較手段とすることができる。

【００２８】

《検査対象物と被検出体》

本発明に係る検査対象物は、その種類、形状等を問わない。例えば、検査対象物は、食品、医薬品、工業製品、特殊な印刷媒体（紙幣、小切手等）等である。このような検査対象物に含まれる被検出体は、検査磁場内で検出される特定磁気に変化を及ぼす程度の磁性材からなれば足りる。被検出体は、検査対象物や検査目的により異なるが、金属製異物、印刷物等に含まれる磁性材等である。本発明の磁気検査装置では、従来のように残留磁気を検出する訳ではなく、またＭＲ素子よりも高感度なＭＩ素子を利用できるため、被検出体が極微細でも高精度な検出、識別等が可能となる。なお、検査磁場内で被検出体は飽和するまで磁化されていると好ましいが、被検出体の検出が可能な限り、検査磁場内における被検出体の磁化レベルは問わない。

【００２９】

本明細書でいう「被検出体の存在状況」は、検査対象物の形態やその検査目的によって異なる。例えば、異物等の有無が検査目的であれば、被検出体の存在状況は単に被検出体の有無となる。しかし、異物等の存在位置や印刷媒体中に含まれる磁性材の分布状況等の把握ひいては検査対象物の識別や認識等が検査目的であれば、被検出体の存在状況には被検出体の存在位置や分布等も含まれる。

【実施例】

【００３０】

《実施例１》
（１）磁気検査装置の構成
本発明をより具体的に説明する一実施例である磁気検査装置１の概要と、磁気検査装置１により異物Ｔ（鋼球）の有無を検出する様子を図１Ａに示した。磁気検査装置１は、永久磁石ｍ１１（第１検査磁場源）と、永久磁石ｍ１２（第２検査磁場源）と、永久磁石ｍ１１、ｍ１２の中央に配設されたＭＩ素子Ｅと、ＭＩ素子Ｅの駆動回路（図略）と、ＭＩ素子Ｅの出力に基づき異物Ｔの有無を判定する判定回路（図略／判定手段）とからなる。
【００３１】
ＭＩ素子Ｅは、永久磁石ｍ１１、ｍ１２の中央を図中上下方向に延在するｙ軸（特定軸）上に配設された感磁ワイヤｗと、この感磁ワイヤｗの周囲を囲繞するピックアップコイルｃとからなる。なお、感磁ワイヤｗはＣｏＦｅＳｉＢ系合金製のほぼ零磁歪であるアモルファスワイヤからなる。
【００３２】
永久磁石ｍ１１、ｍ１２は、板状の希土類磁石からなり、異極同士（永久磁石ｍ１１のＮ極と永久磁石ｍ１２のＳ極）がｙ軸（特定軸）に垂直な方向に沿って対面配置されている。参考に、これら永久磁石ｍ１１、ｍ１２により生成される検査磁場Ｆ１を磁力線（破線）で示した。
【００３３】
なお、ＭＩ素子Ｅ（感磁ワイヤｗおよびピックアップコイルｃ）と駆動回路はシリコン基板上に形成されており、これらがＭＩセンサ（チップ）となる。なお、駆動回路は、感磁ワイヤｗの両端電極に接続されてパルス電流を供給するパルス発振回路と、ピックアップコイルｃで生じた電圧を所定タイミングでサンプリングし増幅して出力する信号処理回路とからなる。信号処理回路から得られた出力は、異物Ｔの有無を判定する判定回路へ入力される。
【００３４】
（２）磁気検査装置による異物検出
図１Ａに示すように、永久磁石ｍ１１、ｍ１２とＭＩ素子Ｅの下方（図中）を、異物Ｔが矢印の方向（ｘ軸方向）へ通過する場合を考える。先ず、異物Ｔが十分に遠方にあるときにおける検査磁場Ｆ１のｙ軸方向成分（特定磁気）を、その検査磁場Ｆ１中に配置したＭＩ素子Ｅにより計測する。このとき得られた特定磁気を基準磁場（Ｍ０）とする。
【００３５】
次に、ベルトコンベア等の搬送手段により異物Ｔを、図左側（ｘ軸の負側）の遠方から図右側（ｘ軸の正側）へゆっくりと移動させる。この移動に伴って異物Ｔの磁化状態（方向や強さ）が変化すると共に、異物Ｔの磁化状態の変化に伴ってＭＩ素子Ｅにより検出される検査磁場Ｆ１のｙ軸方向の磁気成分である特定磁気（Ｍ）も変化する。
【００３６】
異物Ｔの移動に伴って、その特定磁気（Ｍ）が基準磁場（Ｍ０）に対して変化する様子（ΔＭ＝Ｍ－Ｍ０）を図１Ｂに示した。なお、図１Ｂに示した波形は、ＭＩ素子Ｅの信号処理回路からの出力を、オシロスコープで観察した波形を模写したものである。また参考に、異物Ｔの各位置における磁化状態（方向）を図１Ｂの下方に示した。
【００３７】
図１Ｂからわかるように、検査磁場Ｆ１を異物Ｔが通過する際に、ＭＩ素子Ｅにより検出される特定磁気は負側（磁場が下向き）のピークから正側（磁場が上向き）のピークへ大きく変化することがわかる。磁気検査装置１は、そのような大きな特定磁気の変化量に基づいて被検出体の有無等を判定できるので、非常に高感度で高精度な検査が可能となる。
【００３８】
ちなみに、検査磁場Ｆ１は、永久磁石ｍ１１、ｍ１２により形成される磁場であって、異物Ｔの進入によりＭＩ素子Ｅにより検出される特定磁気（ｙ軸成分）が変動を生じる範囲内の磁場である。もっとも便宜的には、永久磁石ｍ１１の中央と永久磁石ｍ１２の中央

との間（図１Ａまたは図１Ｂに示したｘ軸方向の区間［－ａ、ａ］）にできる磁場と考えてもよい。これは他の実施例でも同様である。

【００３９】

《実施例２》

磁気検査装置１の永久磁石ｍ１１、永久磁石ｍ１２の形状と配置を変更した磁気検査装置２を図２Ａに示した。磁気検査装置２を構成する永久磁石ｍ２１、ｍ２２は、棒状の希土類磁石からなり、図２Ａに示すように、同極同士（永久磁石ｍ２１のＮ極と永久磁石ｍ２２のＮ極）をｙ軸（特定軸）に垂直な方向に沿って対面配置されている。参考に、これら永久磁石ｍ２１、ｍ２２により生成される検査磁場Ｆ２を磁力線（破線）で示した。なお、磁気検査装置１と同じ構成要素については、本実施例でも同符号を用いた。これは他の実施例でも同様である。

【００４０】

異物Ｔの移動に伴って、磁気検査装置２のＭＩ素子Ｅにより検出される特定磁気（Ｍ）の基準磁場（Ｍ０）に対する変化量（ΔＭ＝Ｍ－Ｍ０）を図２Ｂに示した。磁気検査装置１と磁気検査装置２を比較すると、特定磁気の変化量に関する波形は異なるが、大きな特定磁気の変化量に基づいて被検出体の有無等を高感度、高精度に判定できる点は同様である。

【００４１】

《実施例３》

磁気検査装置３は、磁気検査装置１等とは異なり、図３Ａに示すように、棒状の希土類磁石からなる一つの永久磁石ｍ３をｙ軸（特定軸）に沿って配置してなる。参考に、これら永久磁石ｍ３により生成される検査磁場Ｆ３を磁力線（破線）で示した。また、異物Ｔの移動に伴って、磁気検査装置３のＭＩ素子Ｅにより検出される特定磁気（Ｍ）の基準磁場（Ｍ０）に対する変化量（ΔＭ＝Ｍ－Ｍ０）を図３Ｂに示した。この場合も、特定磁気の変化量に関する波形は他の実施例と異なるが、大きな特定磁気の変化量に基づいて被検出体の有無等を高感度、高精度に判定できる点は他の実施例と同様である。なお、図３Ａでは永久磁石ｍ３のＮ極を上方に向けたが、Ｓ極を上方に向けてもよい。ＭＩ素子Ｅへ向ける磁極を変更することにより、図３Ｂに示した波形が上下逆転することになる。

【００４２】

《実施例４》

磁気検査装置４は、図４Ａに示すように、棒状の希土類磁石からなる永久磁石ｍ４１と永久磁石ｍ４２を、ｙ軸（特定軸）に沿いつつｙ軸を中央に挟むように並列配置してなる。参考に、これら永久磁石ｍ４１、ｍ４２により生成される検査磁場Ｆ４を磁力線（破線）で示した。また、異物Ｔの移動に伴って、磁気検査装置４のＭＩ素子Ｅにより検出される特定磁気（Ｍ）の基準磁場（Ｍ０）に対する変化量（ΔＭ＝Ｍ－Ｍ０）を図４Ｂに示した。この場合も、特定磁気の変化量に関する波形は他の実施例と異なるが、大きな特定磁気の変化量に基づいて被検出体の有無等を高感度、高精度に判定できる点は他の実施例と同様である。なお図４Ａでは、永久磁石ｍ４１と永久磁石ｍ４２を異極同士で接するように配置したが、永久磁石ｍ４１と永久磁石ｍ４２を同極同士で接するように配置してもよい。

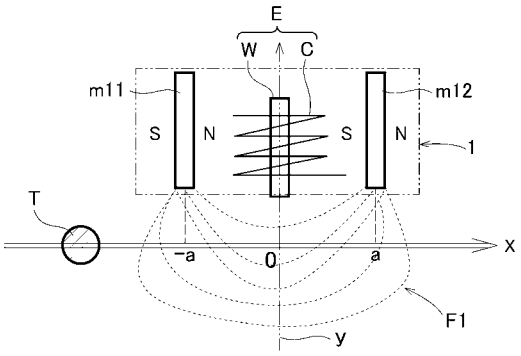
【００４３】

《実施例５》

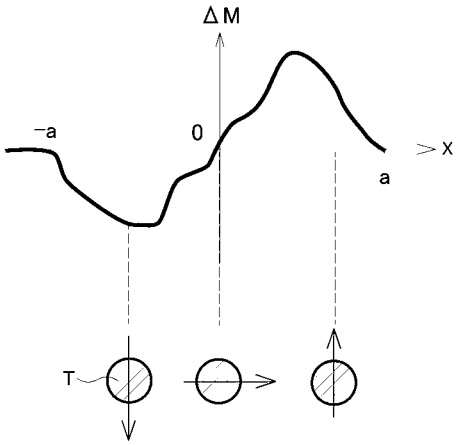
磁気検査装置５は、図５Ａに示すように、棒状の希土類磁石からなる永久磁石ｍ５１と永久磁石ｍ５２を、ｙ軸（特定軸）に沿って異極同士で対向するように上下に配置してなる。参考に、これら永久磁石ｍ５１、ｍ５２により生成される検査磁場Ｆ５を磁力線（破線）で示した。また、異物Ｔの移動に伴って、磁気検査装置５のＭＩ素子Ｅにより検出される特定磁気（Ｍ）の基準磁場（Ｍ０）に対する変化量（ΔＭ＝Ｍ－Ｍ０）を図５Ｂに示した。この場合も、特定磁気の変化量に関する波形は他の実施例と異なるが、大きな特定磁気の変化量に基づいて被検出体の有無等を高感度、高精度に判定できる点は他の実施例と同様である。

【００４４】
《実施例６》
磁気検査装置６は、磁気検査装置５の永久磁石ｍ５１、ｍ５２の配置とＭＩ素子Ｅの配置を変更したものである。すなわち、図６Ａに示すように、棒状の希土類磁石からなる永久磁石ｍ６１と永久磁石ｍ６２を、ｙ軸（特定軸）に沿って同極同士で対向するように上下に配置すると共に、ＭＩ素子Ｅを下方側の永久磁石ｍ６２寄り（異物Ｔの奇跡により近い側）へ配置した。参考に、これら永久磁石ｍ６１、ｍ６２により生成される検査磁場Ｆ６を磁力線（破線）で示した。また、異物Ｔの移動に伴って、磁気検査装置６のＭＩ素子Ｅにより検出される特定磁気（Ｍ）の基準磁場（Ｍ０）に対する変化量（ΔＭ＝Ｍ－Ｍ０）を図６Ｂに示した。この場合も、特定磁気の変化量に関する波形は他の実施例と異なるが、大きな特定磁気の変化量に基づいて被検出体の有無等を高感度、高精度に判定できる点は他の実施例と同様である。
【００４５】
《実施例７》
磁気検査装置７は、図７Ａに示すように、棒状の希土類磁石からなる永久磁石ｍ７１と永久磁石ｍ７２を、ｙ軸（特定軸）の斜め方向に沿って異極同士で対向配置してなる。参考に、これら永久磁石ｍ７１、ｍ７２により生成される検査磁場Ｆ７を磁力線（破線）で示した。また、異物Ｔの移動に伴って、磁気検査装置７のＭＩ素子Ｅにより検出される特定磁気（Ｍ）の基準磁場（Ｍ０）に対する変化量（ΔＭ＝Ｍ－Ｍ０）を図７Ｂに示した。この場合も、特定磁気の変化量に関する波形は他の実施例と異なるが、大きな特定磁気の変化量に基づいて被検出体の有無等を高感度、高精度に判定できる点は他の実施例と同様である。
【００４６】
《実施例８》
磁気検査装置８は、図８Ａに示すように、棒状の希土類磁石からなる４つの永久磁石ｍ８１、ｍ８２、ｍ８３、ｍ８４を、ｙ軸（特定軸）対称にして、クロス状（Ｘ状）に配置してなる。本実施例では、永久磁石ｍ８１と永久磁石ｍ８２のＳ極同士を内側にして配置すると共に、永久磁石ｍ８３と永久磁石ｍ８４のＮ極同士を内側にして配置した。参考に、これら永久磁石ｍ８１、ｍ８２、ｍ８３、ｍ８４により生成される検査磁場Ｆ８を磁力線（破線）で示した。また、異物Ｔの移動に伴って、磁気検査装置８のＭＩ素子Ｅにより検出される特定磁気（Ｍ）の基準磁場（Ｍ０）に対する変化量（ΔＭ＝Ｍ－Ｍ０）を図８Ｂに示した。この場合も、特定磁気の変化量に関する波形は他の実施例と異なるが、大きな特定磁気の変化量に基づいて被検出体の有無等を高感度、高精度に判定できる点は他の実施例と同様である。
【００４７】
以上のように検査磁場源の配置やＭＩ素子の配置は種々あり得るが、いずれの場合であっても、本発明の磁気検査装置によれば高感度で高精度な被検出体の検出、識別等が可能となる。
【符号の説明】
【００４８】
１　磁気検査装置
Ｅ　ＭＩ素子
ｍ１、ｍ２　永久磁石（検査磁場源）
Ｆ１　検査磁場
Ｔ　異物（被検出体）

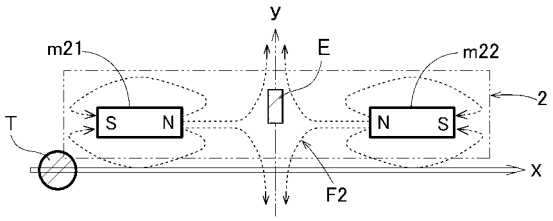
【図１Ａ】



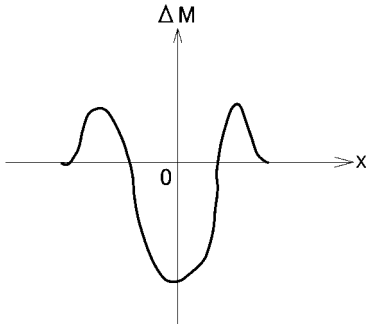
【図１Ｂ】



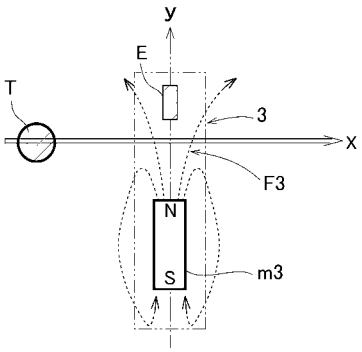
【図２Ａ】



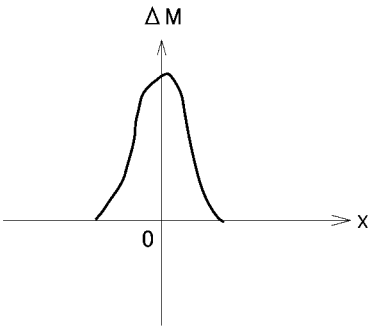
【図２Ｂ】



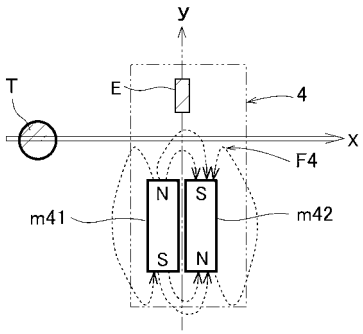
【図３Ａ】



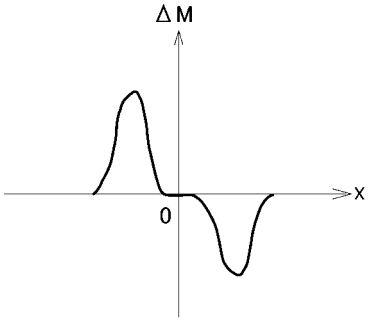
【図３Ｂ】



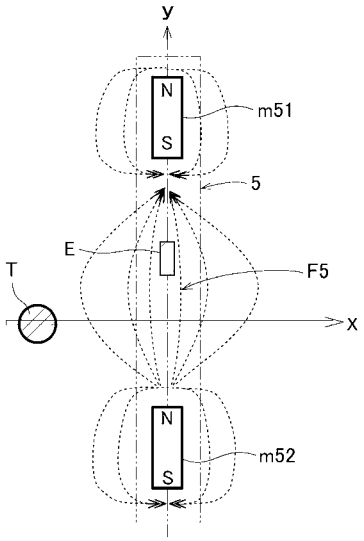
【図４Ａ】



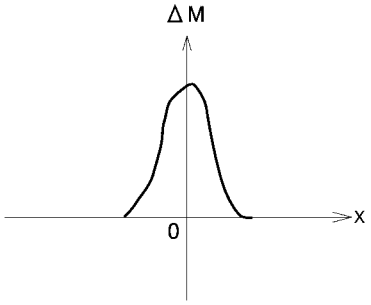
【図４Ｂ】



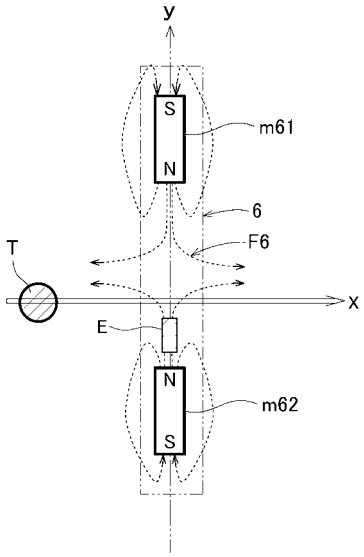
【図５Ａ】



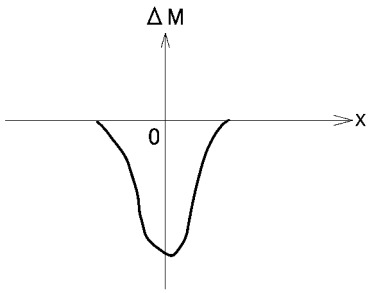
【図５Ｂ】



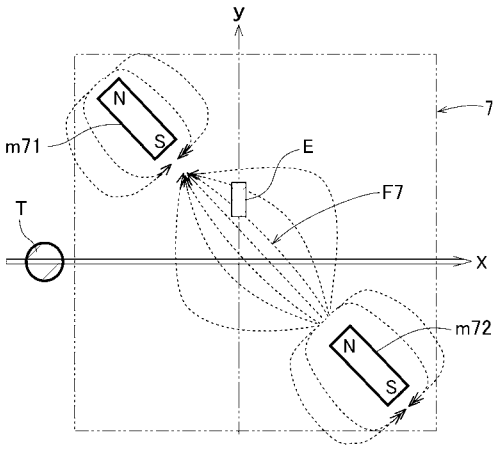
【図６Ａ】



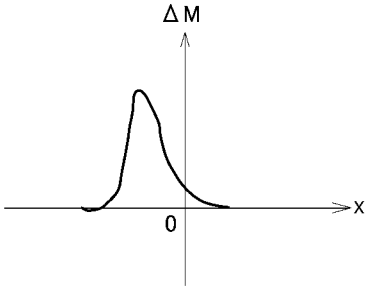
【図６Ｂ】



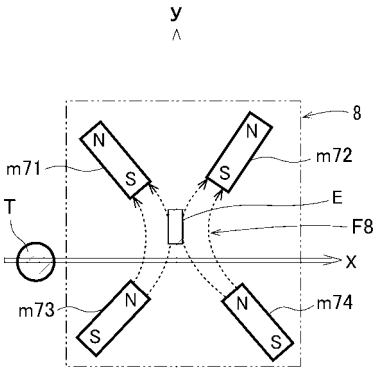
【図７Ａ】



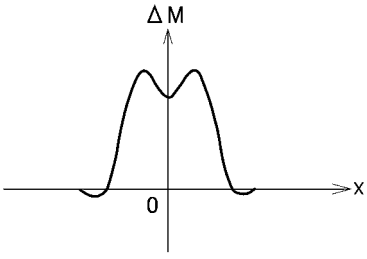
【図７Ｂ】



【図８Ａ】



【図８Ｂ】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
	Ｈ０１Ｌ 43/00	

(72)発明者 濱田 典彦
愛知県東海市荒尾町ワノ割１番地 愛知製鋼株式会社内
(72)発明者 立松 峻一
愛知県東海市荒尾町ワノ割１番地 愛知製鋼株式会社内

Ｆターム(参考) 2G017 AA01 AC09 AD51 BA05 BA11 CA22 CB23 CB24
2G053 AA13 AA21 AB01 BA04 BB03 BC11 BC20 CA02 CA17 DA01
3E041 AA01 AA03 BA09 BB07 BC04 CA01 EA04
5F092 AA15 AB01 AC01 BD04 BE06