(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4234761号
(P4234761)
(45)発行日　平成21年3月4日(2009.3.4)　(24)登録日　平成20年12月19日(2008.12.19)

(51)Int.Cl.　F I
G01N 27/90 (2006.01)　G01N 27/90

請求項の数 9　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願2007-214494(P2007-214494)
(22)出願日　平成19年8月21日(2007.8.21)
(65)公開番号　特開2008-241685(P2008-241685A)
(43)公開日　平成20年10月9日(2008.10.9)
審査請求日　平成20年9月24日(2008.9.24)
(31)優先権主張番号　特願2006-313890(P2006-313890)
(32)優先日　平成18年11月21日(2006.11.21)
(33)優先権主張国　日本国(JP)
(31)優先権主張番号　特願2007-46453(P2007-46453)
(32)優先日　平成19年2月27日(2007.2.27)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

早期審査対象出願

(73)特許権者　305025728
野々垣　慶一
愛知県岡崎市北野町字西野山１０－５　ウエストヒルズ　２０３
(74)代理人　100081628
弁理士　水野　桂
(72)発明者　野々垣　慶一
愛知県岡崎市北野町字西野山１０－５　ウエストヒルズ２０３

審査官　田中　洋介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】渦電流探傷方法とその装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
励磁器と受信器を探傷対象の導電体に近接して配置し、励磁器による一次磁界により導電体に渦電流を発生させて二次磁界を生じさせ、磁界の状態を受信器で検出し、受信器の検出信号で探傷する方法において、
励磁器は、励磁コイルと鉄心を備え、励磁コイルは、電流の向きが逆になる第１電流線路と第２電流線路を有し、鉄心は、門形断面形状にし、第１脚部と第２脚部及び両脚部を繋ぐ梁部を備え、梁部と反対側の開口を導電体側に向け、鉄心の第１脚部と第２脚部の内側に第１電流線路を、鉄心の第１脚部の外側に第２電流線路を配置し、
鉄心内の第１電流線路の周りに、鉄心の第１脚部、梁部と第２脚部及び導電体を通る磁気回路を形成し、鉄心外の第２電流線路の周りに、鉄心の第１脚部と梁部を通る磁気回路を形成し、
受信器は、鉄心外の第２電流線路と反対側であって鉄心の第２脚部と導電体の間の隅角部に配置することを特徴とする渦電流探傷方法。
【請求項２】
受信器は、鉄心内の第１電流線路による一次磁界の状態をほとんど検出しない位置に配置し、二次磁界の状態を検出することを特徴とする請求項１に記載の渦電流探傷方法。
【請求項３】
励磁器と受信器を探傷対象の導電体に近接して配置し、励磁器による一次磁界により導電体に渦電流を発生させて二次磁界を生じさせ、磁界の状態を受信器で検出し、受信器の

検出信号で探傷する装置において、
励磁器と受信器は、非磁性不導体のケースに内蔵し、ケースは、導電体の被探傷面に接触又は近接させる探傷面を設け、
励磁器は、励磁コイルと鉄心を備え、励磁コイルは、電流の向きが逆になる第１電流線路と第２電流線路を有し、鉄心は、門形断面形状にし、第１脚部と第２脚部及び両脚部を繋ぐ梁部を備え、梁部と反対側の開口を探傷面に向け、両脚部の端を探傷面に隣接して配置し、鉄心の第１脚部と第２脚部の内側に第１電流線路を、鉄心の第１脚部の外側に第２電流線路を配置し、
受信器は、鉄心外の第２電流線路と反対側であって鉄心の第２脚部と探傷面の間の隅角部に配置し、先端を探傷面に隣接したことを特徴とする渦電流探傷装置。

【請求項４】
鉄心の内側空間を鉄心内の第１電流線路でほぼ埋め、鉄心外の第２電流線路を鉄心の梁部の横に配置したことを特徴とする請求項３に記載の渦電流探傷装置。

【請求項５】
受信器は、鉄心内の第１電流線路による一次磁界の状態をほとんど検出しない位置に配置したことを特徴とする請求項３又は４に記載の渦電流探傷装置。

【請求項６】
励磁器の鉄心は、門形断面の法線方向が長い細長形状にし、励磁器の励磁コイルは、細長枠状にし、鉄心の第１脚部に嵌合し、
受信器は、多数にし、励磁器の長手方向に沿って間隔を置いて配列したことを特徴とする請求項３、４又は５に記載の渦電流探傷装置。

【請求項７】
励磁器の鉄心は、多数にし、門形断面の法線方向に沿って間隔を置いて配列し、励磁器の励磁コイルは、細長枠状にし、多数の鉄心の第１脚部に嵌合し、受信器は、励磁器の鉄心毎にその鉄心の第２脚部外に設け、
励磁器の鉄心とその鉄心の第２脚部外の受信器で組をつくり、鉄心と受信器の組を鉄心の門形断面の法線方向に沿って配列し、
ケースと励磁コイルは、鉄心と受信器の組とその隣の組の間で湾曲可能にし、励磁器と受信器を内蔵したケースは、鉄心の門形断面の法線方向を導電体の被探傷面の曲面に合わせて湾曲する構成にしたことを特徴とする請求項３、４又は５に記載の渦電流探傷装置。

【請求項８】
ケースは、導電体の管内に嵌合する形状にし、ケースの探傷面は、管の内周面と対面する外周面にし、
励磁器の鉄心は、環状にし、外周に溝を形成して門形断面形状にし、励磁器の励磁コイルは、環状にし、第１電流線路となる第１励磁コイルと第２電流線路となる第２励磁コイルにし、第１励磁コイルを鉄心の第１脚部と第２脚部の内側の溝に、第２励磁コイルを鉄心の第１脚部の外側にそれぞれ配置し、
受信器は、多数にし、環状の鉄心の第２脚部に沿って間隔を置いて配列したことを特徴とする請求項３、４又は５に記載の渦電流探傷装置。

【請求項９】
ケースは、導電体の管又は棒の外側に嵌合する形状にし、ケースの探傷面は、管又は棒の外周面と対面する内周面にし、
励磁器の鉄心は、環状にし、内周に溝を形成して門形断面形状にし、励磁器の励磁コイルは、環状にし、第１電流線路となる第１励磁コイルと第２電流線路となる第２励磁コイルにし、第１励磁コイルを鉄心の第１脚部と第２脚部の内側の溝に、第２励磁コイルを鉄心の第１脚部の外側にそれぞれ配置し、
受信器は、多数にし、環状の鉄心の第２脚部に沿って間隔を置いて配列したことを特徴とする請求項３、４又は５に記載の渦電流探傷装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明は、渦電流を発生させて傷を探索する技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
金属板や金属管のような導電体の亀裂や凹みなどの傷を探索する場合、励磁コイルと受信コイルを導電体の表面に近接して配置し、励磁コイルに交流電圧を加える。導電体には、渦電流が発生する。受信コイルには、起電力が誘起する。受信コイルの起電力、検出信号に基づいて傷の有無を判断する。この検出信号は、励磁コイルによる一次磁界と渦電流による二次磁界が重なった合成磁界の受信コイル位置の状態を現している。導電体の渦電流の流路に傷があると、傷がないときとは、渦電流と二次磁界が変化し、受信コイルの検出信号に変化が現れる。
【０００３】
励磁コイルと受信コイルを分離した探傷方法において、励磁コイルを導電体の被探傷面に対して配置するに当たり、励磁コイル面を導電体の被探傷面と平行させる方式と、直交させる方式がある。前者の平行配置方式は、特許文献１に例示されている。後者の直交配置方式は、特許文献２に例示されている。
【０００４】
金属円管の傷を探索する場合、円環状の励磁コイルと受信コイルを金属円管内に挿入して同心状に配置する方法がある。これは、特許文献３に例示されている。
【０００５】
【特許文献１】特開２００３－１４９２０９号公報
【特許文献２】特開２００３－３４４３６２号公報
【特許文献３】特開平５－５２８１６号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
［背景技術の課題］
上記のように、渦電流により探傷する場合、一般に、励磁コイルと受信コイルを接近させる導電体の表面、被探傷面の付近に位置している傷を検出する。傷が表面から遠い位置、導電体の裏面付近に位置していると、受信コイルの検出信号に現れる変化が小さくなり、検出し難い。導電体の表面から遠い裏面付近の傷も、検出し易いことが望まれる。
【０００７】
［課題を解決するための研究］
１）着　想
励磁コイルによる一次磁界中に導電体を配置した場合、一般に、導電体中の渦電流密度が高い部分に傷があると、傷による受信コイルの検出信号の変化が大きくなる。導電体の裏面付近の傷を検出し易くするには、導電体の裏面付近の渦電流密度を高くする必要がある。
磁気と電流の関係を示す物理法則や実験結果を考慮すると、磁界中に配置した導電体中において、磁界の大きさ又は方向、磁束密度の大きさ又は磁束ないし磁力線の方向が急激に変化する場所では、渦電流の密度が高くなるものと認められる。そこで、励磁コイルによる一次磁界の分布形態を工夫して、導電体中に所望の渦電流分布形態を得ることにした。
【０００８】
２）一次磁界と渦電流の分布形態の考察１（図１～図６参照）
［従来の平行配置方式（図１と図２参照）］
励磁コイル１のコイル面を導電体２の表面、被探傷面と平行させる方式では、図１と図２に示すように、方形枠状の励磁コイル１の左右の並列したコイル辺、電流線路の周りに極性の異なる一次磁界３が発生し、左右の一次磁界３の下部が導電体２と交差する。導電体の非磁性金属板２は、励磁コイル１の電流線路に沿って渦電流４が流れ、渦電流４の流

路の周りに二次磁界５が発生する。
渦電流４の密度は、図１と図２に等高線で表している。渦電流密度の高い場所は、等高線の間隔を狭くしている。図２は、図１のＡ－Ａ線断面の渦電流密度を鎖線で示している。また、図２は、図１のＡ－Ａ線断面の一次磁界３と二次磁界５を磁力線で表している。二次磁界５は、上側部分のみを示している。磁束密度の高い場所は、磁力線の間隔を狭くしている。
一次磁界３の磁力線は、励磁コイル１の電流線路に近接した位置の導電体２の表面付近で、曲率が大きく（半径が小さく）方向の変化率が大きい。逆に、導電体２の裏面付近では、曲率が小さくて方向の変化率が小さい。渦電流密度は、導電体２の表面付近で高く、裏面付近で低い。導電体２の裏面付近の傷を検出し難い。
【０００９】
［従来の直交配置方式（図３と図４参照）］
励磁コイル１のコイル面を導電体２の表面、被探傷面と直交させる方式では、図３と図４に示すように、方形枠状の励磁コイル１の上下の並列したコイル辺、電流線路の周りに極性の異なる一次磁界３が発生し、下側の一次磁界３の下部が導電体２と交差する。導電体の非磁性金属板２は、励磁コイル１の下側の電流線路と方形状の導電体２の左端、右端に沿って渦電流４が流れ、渦電流４の流路の周りに二次磁界５が発生する。
図３と図４は、図１と図２と同様に、渦電流４の密度、一次磁界３と二次磁界５を表している。図４では、渦電流密度と二次磁界５は、左右方向中央部分のみを示している。
一次磁界３の磁力線は、励磁コイル１の電流線路に近接した位置の導電体２の表面付近で、曲率が大きくて方向の変化率が大きい。逆に、導電体２の裏面付近では、曲率が小さくて方向の変化率が小さい。渦電流密度は、導電体２の表面付近で高く、裏面付近で低い。
【００１０】
［本発明の方式（図５と図６参照）］
励磁コイルによる一次磁界の分布形態を鉄心で変形することにした。鉄心６は、軟質磁性材料製で、フェライトコアにし、図５と図６に示すように、門形断面形状にする。この鉄心６の片側の脚部、右脚部には、電線を巻き付けて励磁コイル１を構成する。換言すると、方形枠状の励磁コイル１は、片側、左側のコイル辺を鉄心６の内側に、右側のコイル辺を鉄心６の外側に配置する。詳細には、励磁コイル１は、コイル面を導電体２の表面、被探傷面と平行させる。鉄心６内のコイル辺は、鉄心６の右脚部側に寄り、右脚部の内面に接して左脚部の内面から離れている。鉄心６外のコイル辺は、鉄心６の右脚部の外に接している。
【００１１】
すると、鉄心６内のコイル辺は、左右の両側と上側に強磁性の鉄心６が位置する。詳細には、鉄心６内のコイル辺は、左側に鉄心６の左脚部が離れて位置する。右側には、鉄心６の右脚部が接して位置する。上側には、鉄心６の梁部が位置する。鉄心６内のコイル辺、電流線路の周りには、鉄心６の右脚部、梁部と左脚部及び鉄心６の左側、下側を通る磁気回路が形成される。鉄心６内コイル辺の周りの一次磁界３は、磁力線がこの磁気回路を通り、鉄心のないときより、左側に伸ばされて下側に寄せられたような形態になる。この一次磁界３の磁力線は、鉄心６に近接した位置の導電体２の表面付近で、曲率が小さくなって方向の変化率が小さくなり、磁力線の間隔の不均等が少なくなって磁束密度の変化率が小さくなる。逆に、導電体２の裏面付近では、曲率が大きくなって方向の変化率が大きくなる。渦電流４の密度は、導電体２の裏面付近で高くなる。
【００１２】
一方、鉄心６外のコイル辺は、左側に強磁性の鉄心６の右脚部と梁部が位置する。鉄心６外のコイル辺、電流線路の周りには、鉄心６の右脚部と梁部及び鉄心６の上側、右側を通る磁気回路が形成される。鉄心６外コイル辺の周りの一次磁界３は、磁力線がこの磁気回路を通り、鉄心のないときより、上側に寄せられ、導電体２から引き離されたような形態になる。この一次磁界３は、導電体２に渦電流を発生させる力が弱くなる。

【００１３】
即ち、探傷対象の導電体２は、渦電流密度の高い部分が、鉄心６に近接した位置の裏面付近に形成される。詳細には、渦電流密度の高い部分が、門形断面形状の鉄心６の下側位置であって、鉄心６の左側、鉄心６外コイル辺と反対側に寄った位置の裏面付近に形成される。従って、方形枠状の励磁コイル１は、片側のコイル辺を鉄心６内に、他の片側のコイル辺を鉄心６外に配置し、鉄心６外コイル辺と反対側に受信コイルを配置すると、導電体２の裏面付近の探傷能力が高くなるものと推察される。
【００１４】
３）探傷能力の実験１（図７参照）
本発明の方式と従来の方式でそれぞれ導電体２の表面を走査して探傷する。導電体２は、比透磁率がほぼ１の非磁性金属板であってアルミニウム板である。裏面には、凹部がある。金属板は、厚さが３．２㎜で、凹部のある薄肉部分の厚さが１㎜であり、凹部の長さが６７．５㎜である。励磁器のコイル１に加える電圧は、正弦波交流電圧で、周波数が２KHzである。受信器のコイル７が検出する交流信号は、電圧値を計測する。
【００１５】
［本発明の方式］
本発明の方式は、図７の上段に示すように、励磁コイル１の両側のコイル辺を鉄心６の内外に配置し、鉄心６外コイル辺と反対側に受信コイル７を配置している。図７の中段は、同図の上段中の金属板２の位置と対応して、検出電圧値を実線で示す。検出電圧値は、金属板２の薄肉部分で大きく増加し、薄肉部分の端の段部で急激に変化する。凹部に近づくと、検出電圧値が急変する。凹部のある場所での検出電圧値は、凹部のない場所でのそれに対する比率が大きい。
【００１６】
［従来の直交配置方式］
従来の直交配置方式は、図７の下段に示す。図７の中段は、同図の下段中の金属板２の位置と対応して、検出電圧値を破線で示す。検出電圧値は、金属板２の薄肉部分で増加し、薄肉部分の端の段部で緩慢に変化する。凹部への接近による検出電圧値の変化が緩慢である。凹部の有無による検出電圧値の変化比率は、本発明の方式のそれより小さい。
【００１７】
［従来の平行配置方式］
従来の平行配置方式においても、検出電圧値は、金属板の薄肉部分で増加し、薄肉部分の端の段部で変化する。しかし、その変化は、直交配置方式のそれよりも更に緩慢である。
【００１８】
［まとめ］
本発明の方式は、従来の方式に比べ、金属板裏面の凹部による受信器の検出信号の変化が顕著になる。探傷能力が高くなる。
【００１９】
４）一次磁界と渦電流の分布形態の考察２（図８～図１１参照）
図５と図６に例示した本発明の方式において、励磁コイル１は、電線の巻き数を増加させると、図８と図９に示すように、鉄心６内のコイル辺が鉄心６の左脚部の内面に接して鉄心６の内側空間をほぼ埋めてしまうことがある。このようなときには、励磁コイル１の作用が強力になり、相対的に鉄心６の作用が弱くなる。鉄心６内コイル辺の周りの一次磁界３を下側、導電体２側に寄せる量が減少する。導電体２の裏面付近の渦電流４の密度が低下する。
【００２０】
鉄心６内のコイル辺が鉄心６の内側空間をほぼ埋める場合は、鉄心６の作用力の低下を補うため、図１０と図１１に示すように、励磁コイル１は、コイル面を傾斜して配置する。鉄心６外のコイル辺は、鉄心６内のコイル辺より上側に位置させ、鉄心６の梁部の横に配置する。鉄心６外コイル辺の上側移動によって、鉄心６内コイル辺の周りの一次磁界３

は、下側、導電体２側に寄せられる。導電体２の裏面付近の渦電流４の密度が高くなる。
【００２１】
５）受信コイルの配置角度の考察３（図１２参照）
本発明の方式において、鉄心外コイル辺と反対側、受信コイル付近の一次磁界と二次磁界に注目する。図１２に示す例では、一次磁界３と二次磁界５は、鉄心６の左側であって鉄心６と導電体２の間の隅角部で、磁力線の方向が異なる。両磁界３、５は、受信コイル７付近で磁力線の方向が平行しない。
【００２２】
受信コイル７は、導電体２の表面に対する垂直位置から左側、鉄心６と反対側に少し傾け、コイル面が一次磁界３の磁力線方向と平行する方向、二次磁界５の磁力線方向とは交差する方向に配置する。すると、受信コイル７には、一次磁界３によって起電力が誘起せず、二次磁界５のみによって起電力が誘起する。なお、ここで「コイル面」とは、受信コイル７が図１２に示すような多数回巻きの筒状コイル、ソレノイドであるときには、軸心方向中央位置のコイル面を意味する。
【００２３】
即ち、受信コイル７は、コイル面が鉄心６内のコイル辺による一次磁界の磁力線方向と平行する方向、一次磁界無感位置に配置すると、傷の有無によって変化する二次磁界５の状態のみを検出することになる。傷による受信コイル７の検出信号の変化が顕著になる。探傷能力が高くなるものと推察される。
【００２４】
受信コイル７の一次磁界無感位置を見つけるときには、導電体２を励磁コイル１、鉄心６や受信コイル７から遠ざけ、受信コイル７が一次磁界のみを検出している状態にする。この状態で、受信コイル７は、鉄心６側に、また、その反対側に傾け、検出起電力が零又は最低値になる角度を見つける。その角度が一次磁界無感位置である。受信コイル７は、配置角度と検出信号の関係を調べると、一次磁界無感位置、最適な配置角度を見つけることができる。
【００２５】
６）受信コイルの配置角度の実験２（図１３、図１４参照）
図１２に例示した本発明方式において、受信器のコイル７は、軸心方向と導電体２の表面との間の角度、配置角度θを各値に設定する。受信コイル７の各配置角度θについて、それぞれ、導電体の金属板２の厚さと受信器の検出電圧値の関係を求める。
【００２６】
［アルミニウム板（図１３参照）］
金属板２は、比透磁率がほぼ１の非磁性のアルミニウム板である。励磁器のコイル１に加える電圧は、正弦波交流電圧で、周波数が８００Hzである。励磁コイル１に流れる電流は、１７２mAである。受信コイル７の最適な配置角度は、８３度である。
【００２７】
実験結果は、図１３に示す。受信コイル７の配置角度θが８０度、８３度であるときは、金属板の厚さと検出電圧値の間に一対一の対応関係、比例関係があり、金属板の厚さの変化に対する検出電圧値の変化が顕著である。探傷能力が高い。配置角度θが７０度、９０度であるときは、探傷能力が高くない。
【００２８】
コイル１に加える励磁電圧の周波数と金属板の厚さないし傷の深さの検出可能範囲の関係について付言する。図１３に示す実験結果では、受信コイル７の配置角度θが最適の８３度付近であっても、金属板２の厚さが３mmに近付くと、金属板の厚さの変化に対する検出電圧値の変化が小さくなり、検出可能範囲の上限となる。しかし、励磁電圧の周波数を下げると、検出可能範囲の上限が大きくなる。逆に、励磁電圧の周波数を上げると、検出可能範囲の上限が小さくなるが、金属板の厚さの変化に対する検出電圧値の変化が大きくなり、検出精度が高くなる。
【００２９】

［ステンレス鋼板（図１４参照）］
金属板２は、比透磁率がほぼ１の非磁性のオーステナイト系ステンレス鋼板である。励磁器のコイル１に加える電圧は、正弦波交流電圧で、周波数が６KHzである。励磁コイル１に流れる電流は、７０mA、１０３mAである。受信コイル７の最適な配置角度は、８３度である。

【００３０】
実験結果は、図１４に示す。励磁コイルの電流が７０mAで、受信コイル７の配置角度θが８０度、８３度であるときは、金属板の厚さと検出電圧値の間に一対一の対応関係、比例関係があり、金属板の厚さの変化に対する検出電圧値の変化が顕著である。探傷能力が高い。配置角度θが７０度であるときは、探傷能力が高くない。

【００３１】
また、励磁コイルの電流が１０３mAで、受信コイル７の配置角度θが８０度、８３度であるときは、金属板の厚さと検出電圧値の間に一対一の対応関係、比例関係があり、金属板の厚さの変化に対する検出電圧値の変化が顕著である。探傷能力が高い。

【００３２】
図１４に示す実験結果では、受信コイル７の配置角度θが最適の８３度付近であっても、金属板２の厚さが６mmに近付くと、金属板の厚さの変化に対する検出電圧値の変化が小さくなり、検出可能範囲の上限となる。検出可能範囲は、励磁電圧の周波数を下げると、拡大する。逆に、励磁電圧の周波数を上げると、検出精度が高くなる。なお、本発明の実施例では、励磁電圧の周波数は、２０Hzから１００KHzの範囲で設定可能である。

【００３３】
［まとめ］
本発明の方式において、受信器は、コイル面が鉄心内のコイル辺による一次磁界の磁力線方向と平行する配置角度、一次磁界無感位置に配置すると、傷による受信コイルの検出信号の変化が顕著になる。探傷能力が高くなる。

【００３４】
７）管の探傷
本発明の方式を使用して管を探傷する場合、管内嵌合方式を図２４と図２５又は図２６に例示する。励磁器６１の鉄心６４は、管５０内に同心状に嵌合する環状にし、外周に溝を形成して門形断面形状にする。励磁器６１のコイル６２、６３は、管５０内に同心状に嵌合する環状にし、２本にする。即ち、２本の環状の励磁コイル６２、６３は、方形枠状の励磁コイル１の両側のコイル辺、電流の向きが逆になる左側と右側の電流線路に相当する。左側の電流線路となる励磁コイル６２は、鉄心６４の溝に配置する。右側の電流線路となる励磁コイル６３は、鉄心６４外に配置する。受信器７１は、鉄心６４外の励磁コイル６３と反対側に配置する。一次磁界無感位置に配置する。

【００３５】
管外嵌合方式は、図２７と図２８又は図２９に例示する。励磁器８１の鉄心８４は、管７６外に同心状に嵌合する環状にし、内周に溝を形成して門形断面形状にする。励磁器８１のコイル８２、８３は、管７６外に同心状に嵌合する環状にし、２本にする。即ち、２本の環状の励磁コイル８２、８３は、方形枠状の励磁コイル１の両側のコイル辺、両側の電流線路に相当する。左側の電流線路となる励磁コイル８２は、鉄心８４の溝に配置する。右側の電流線路となる励磁コイル８３は、鉄心８４外に配置する。受信器９１は、鉄心８４外の励磁コイル８３と反対側に配置する。一次磁界無感位置に配置する。
中空の管に代えて中実の棒の外側に嵌合するときも、この管外嵌合方式と同じである。

【課題を解決するための手段】

【００３６】
１）励磁器と受信器を探傷対象の導電体に近接して配置し、励磁器による一次磁界により導電体に渦電流を発生させて二次磁界を生じさせ、磁界の状態を受信器で検出し、受信器の検出信号で探傷する方法において、
励磁器は、励磁コイルと鉄心を備え、励磁コイルは、電流の向きが逆になる第１電流線

路と第２電流線路を有し、鉄心は、門形断面形状にし、第１脚部と第２脚部及び両脚部を繋ぐ梁部を備え、梁部と反対側の開口を導電体側に向け、鉄心の第１脚部と第２脚部の内側に第１電流線路を、鉄心の第１脚部の外側に第２電流線路を配置し、

鉄心内の第１電流線路の周りに、鉄心の第１脚部、梁部と第２脚部及び導電体を通る磁気回路を形成し、鉄心外の第２電流線路の周りに、鉄心の第１脚部と梁部を通る磁気回路を形成し、

受信器は、鉄心外の第２電流線路と反対側であって鉄心の第２脚部と導電体の間の隅角部に配置することを特徴とする渦電流探傷方法。

２）上記の渦電流探傷方法において、

受信器は、鉄心内の第１電流線路による一次磁界の状態をほとんど検出しない位置に配置し、二次磁界の状態を検出することを特徴とする。

【００３７】

３）励磁器と受信器を探傷対象の導電体に近接して配置し、励磁器による一次磁界により導電体に渦電流を発生させて二次磁界を生じさせ、磁界の状態を受信器で検出し、受信器の検出信号で探傷する装置において、

励磁器と受信器は、非磁性不導体のケースに内蔵し、ケースは、導電体の被探傷面に接触又は近接させる探傷面を設け、

励磁器は、励磁コイルと鉄心を備え、励磁コイルは、電流の向きが逆になる第１電流線路と第２電流線路を有し、鉄心は、門形断面形状にし、第１脚部と第２脚部及び両脚部を繋ぐ梁部を備え、梁部と反対側の開口を探傷面に向け、両脚部の端を探傷面に隣接して配置し、鉄心の第１脚部と第２脚部の内側に第１電流線路を、鉄心の第１脚部の外側に第２電流線路を配置し、

受信器は、鉄心外の第２電流線路と反対側であって鉄心の第２脚部と探傷面の間の隅角部に配置し、先端を探傷面に隣接したことを特徴とする渦電流探傷装置。

【００３８】

４）上記３）の渦電流探傷装置において、

鉄心の内側空間を鉄心内の第１電流線路でほぼ埋め、鉄心外の第２電流線路を鉄心の梁部の横に配置したことを特徴とする。

５）上記３）又は４）の渦電流探傷装置において、

受信器は、鉄心内の第１電流線路による一次磁界の状態をほとんど検出しない位置に配置したことを特徴とする。

【００３９】

６）上記３）、４）又は５）の渦電流探傷装置において、

励磁器の鉄心は、門形断面の法線方向が長い細長形状にし、励磁器の励磁コイルは、細長枠状にし、鉄心の第１脚部に嵌合し、

受信器は、多数にし、励磁器の長手方向に沿って間隔を置いて配列したことを特徴とする。

７）上記３）、４）又は５）の渦電流探傷装置において、

励磁器の鉄心は、多数にし、門形断面の法線方向に沿って間隔を置いて配列し、励磁器の励磁コイルは、細長枠状にし、多数の鉄心の第１脚部に嵌合し、受信器は、励磁器の鉄心毎にその鉄心の第２脚部外に設け、

励磁器の鉄心とその鉄心の第２脚部外の受信器で組をつくり、鉄心と受信器の組を鉄心の門形断面の法線方向に沿って配列し、

ケースと励磁コイルは、鉄心と受信器の組とその隣の組の間で湾曲可能にし、励磁器と受信器を内蔵したケースは、鉄心の門形断面の法線方向を導電体の被探傷面の曲面に合わせて湾曲する構成にしたことを特徴とする。

【００４０】

８）上記３）、４）又は５）の渦電流探傷装置において、

ケースは、導電体の管内に嵌合する形状にし、ケースの探傷面は、管の内周面と対面する外周面にし、

励磁器の鉄心は、環状にし、外周に溝を形成して門形断面形状にし、励磁器の励磁コイルは、環状にし、第１電流線路となる第１励磁コイルと第２電流線路となる第２励磁コイルにし、第１励磁コイルを鉄心の第１脚部と第２脚部の内側の溝に、第２励磁コイルを鉄心の第１脚部の外側にそれぞれ配置し、

受信器は、多数にし、環状の鉄心の第２脚部に沿って間隔を置いて配列したことを特徴とする。

９）上記３）、４）又は５）の渦電流探傷装置において、

ケースは、導電体の管又は棒の外側に嵌合する形状にし、ケースの探傷面は、管又は棒の外周面と対面する内周面にし、

励磁器の鉄心は、環状にし、内周に溝を形成して門形断面形状にし、励磁器の励磁コイルは、環状にし、第１電流線路となる第１励磁コイルと第２電流線路となる第２励磁コイルにし、第１励磁コイルを鉄心の第１脚部と第２脚部の内側の溝に、第２励磁コイルを鉄心の第１脚部の外側にそれぞれ配置し、

受信器は、多数にし、環状の鉄心の第２脚部に沿って間隔を置いて配列したことを特徴とする。

【発明の効果】

【００４１】

導電体の裏面付近の傷も検出し易く、探傷能力が高い。

【発明を実施するための最良の形態】

【００４２】

［第１例（図１５～図１７参照）］

本例は、非磁性金属板の平面板１０の探傷用である。

本例の平面用の渦電流探傷装置は、図１５と図１６に示すように、ケース１１に励磁器２１と受信器３１を内蔵している。ケース１１は、非磁性不導体の合成樹脂成形品である。このケース１１は、横長の直方体形状であり、平面の下面１２を、平面板１０の平らな表面の被探傷面に接触又は近接させる探傷面１２にしている。ケース１１の片端には、励磁器２１と受信器３１の導線を引き出すケーブル１３を連結している。励磁器２１と受信器３１は、それぞれ、ケーブル１３を経て、図示しない励磁回路と受信回路に接続している。

【００４３】

励磁器２１は、図１６と図１７に示すように、コイル２２と鉄心２５を備えている。コイル２２は、複数回巻きの励磁コイルであり、細長枠状にし、両側の第１コイル辺２３と第２コイル辺２４を並列している。第１コイル辺２３と第２コイル辺２４は、電流の向きが逆になる第１電流線路２３と第２電流線路２４である。鉄心２５は、フェライトコア、軟質磁性材料の鉄心である。この鉄心２５は、門形断面形状にし、第１脚部２６と第２脚部２７及び両脚部２６、２７の上端を繋ぐ梁部２８を備え、門形断面の法線方向が長い細長形状にしている。

【００４４】

横長の鉄心２５は、ケース１１に長手方向に沿って埋没し、梁部２８と反対側の開口を探傷面１２に向け、両脚部２６、２７の先端を探傷面１２に隣接して配置している。横長の励磁コイル２２は、ケース１１に長手方向に沿って埋没し、鉄心２５の第１脚部２６に嵌合している。第１脚部２６と第２脚部２７の内側には第１電流線路２３を、第１脚部２６の外側に第２電流線路２４をそれぞれ配置している。第１電流線路２３と第２電流線路２４を含むコイル面は、探傷面１２とほぼ平行している。第１脚部２６と第２脚部２７は、それぞれ、探傷面１２と直交している。励磁コイル２２は、電線の巻き層が単層で薄く、鉄心２５内の第１コイル辺２３は、鉄心２５の第１脚部２６側に寄り、第１脚部２６の内面に接して第２脚部２７の内面から離れている。鉄心２５外の第２コイル辺２４は、第１脚部２６の外面に接している。

【００４５】

鉄心２５内の第１電流線路２３の周りには、第１脚部２６、梁部２８と第２脚部２７及

び平面板１０を通る磁気回路を形成している。鉄心２５外の第２電流線路２４の周りには、第１脚部２６と梁部２８を通る磁気回路を形成している。

【００４６】

受信器３１は、図１６と図１７に示すように、コイル３２と鉄心３３を備えている。コイル３２は、複数回巻きの受信コイルであり、筒形状にしている。鉄心３３は、フェライトコア、軟質磁性材料の鉄心である。この鉄心３３は、棒形状にしている。鉄心３３には、受信コイル３２を同心状に嵌合している。

【００４７】

鉄心３３付き受信コイル３２は、ケース１１に鉄心２５外の第２電流線路２４と反対側位置に埋没し、鉄心２５の第２脚部２７と探傷面１２の間の隅角部にほぼ縦に配置して、先端を探傷面１２に隣接している。この鉄心３３付き受信コイル３２は、図１６に示すように、軸心方向を鉄心２５の第２脚部２７と平行する縦方向から第２脚部２７と反対側に少し傾け、軸心方向中央位置のコイル面が一次磁界の磁束方向と平行する方向、一次磁界無感位置に配置している。受信器３１は、励磁器２１とは接触せずに、分離している。

【００４８】

受信器３１は、図１５と図１７に示すように、多数本にし、励磁器２１の長手方向、鉄心２５の門形断面の法線方向に沿って一定間隔を置いて配列している。探傷個所を多数にしている。

【００４９】

本例の渦電流探傷装置を使用して平面板１０を探傷する場合、ケース１１の探傷面１２を平面板１０の被探傷面に接触又は近接させて平行させる。励磁器２１には、交流電圧を印加する。すると、平面板１０には、渦電流が流れる。各受信器３１は、それぞれ、励磁コイル２２による一次磁界の状態をほとんど検出せずに、渦電流による二次磁界の状態を検出する。励磁器２１と受信器３１を内蔵したケース１１は、平面板１０の被探傷面に沿って受信器３１の配列方向と直交する方向、励磁器２１の長手方向と直交する方向に移動する。平面板１０に傷があると、傷の付近に位置する受信器３１は、検出電圧値が顕著に変化する。

【００５０】

［第２例（図１８参照）］

本例は、第１例における平面用の渦電流探傷装置において、励磁コイル２２は、電線の巻き数を増加してコイル面を傾斜している。

この励磁コイル２２は、図１８に示すように、電線の巻き層を多層にして厚くしている。鉄心２５内の第１コイル辺２３は、鉄心２５の第１脚部２６と第２脚部２７の内側空間をほぼ埋めている。鉄心２５外の第２コイル辺２４は、鉄心２５内の第１コイル辺２３より上側に配置し、鉄心２５の梁部２８の横に位置している。励磁コイル２２は、コイル面を探傷面１２に対して傾斜している。

その他の点は、第１例におけるのと同様である。図中、第１例におけるのと同一の部分には、同一の符号を付ける。

【００５１】

［第３例（図１９～図２３参照）］

本例は、非磁性金属板の曲面板４０の探傷用である。

本例の曲面用の渦電流探傷装置は、第１例と第２例の平面用のそれを曲面用に変更している。変更点を中心に説明する。

【００５２】

励磁器４１は、図１９～図２２に示すように、コイル２２と多数の鉄心４２を備えている。励磁コイル２２は、第１例と第２例における絶縁被膜付の銅線、線状の電線ではなく、絶縁被膜付のりん青銅帯、帯状の電帯を巻いている。第１コイル辺２３と第２コイル辺２４は、それぞれ、電帯を上下に重ねている。各鉄心４２は、第１例と第２例における鉄心２５と同様に門形断面形状にしているが、門形断面の法線方向が短い。多数の鉄心４２は、門形断面の法線方向に沿って一定間隔を置いて配列し、一列に並んだ多数本の第１脚

部４３に１本の細長枠状の励磁コイル２２を嵌合している。鉄心４２内の第１コイル辺２３は、鉄心４２の第１脚部４３と第２脚部４４の内側空間をほぼ埋めている。鉄心４２外の第２コイル辺２４は、鉄心４２内の第１コイル辺２３より上側に配置し、鉄心４２の梁部４５の横に位置している。励磁コイル２２は、コイル面を探傷面１２に対して傾斜している。

【００５３】

受信器３１は、第１例と第２例におけるのと同様であり、多数本にし、鉄心４２の門形断面の法線方向に沿って一定間隔を置いて配列している。受信器３１と鉄心４２は、同数にし、配列間隔を同一にしている。換言すると、受信器３１は、励磁器４１の鉄心４２毎にその鉄心４２の第２脚部４４外側位置に設けている。鉄心４２とその鉄心４２の第２脚部４４外の受信器３１で組をつくり、鉄心４２と受信器３１の組を鉄心４２の門形断面の法線方向に沿って等間隔に配列している。

【００５４】

ケース１１は、上面から下面の探傷面１２に向けて溝４６を切り込み、溝４６を前後方向に貫通している。溝４６は、薄く、すり割溝である。この溝４６は、多数枚にし、受信器３１と鉄心４２の各組の左右両側に配置している。換言すると、溝４６は、鉄心４２と受信器３１の組とその隣の組の間に配置し、また、両端の組の外側に配置している。励磁コイル２２は、第１電流線路２３と第２電流線路２４が各溝４６を貫通している。ケース１１は、各溝４６の底面と探傷面１２の間をそれぞれ薄肉部４７にし、各薄肉部４７で湾曲可能にしている。励磁コイル２２は、第１電流線路２３と第２電流線路２４の各溝４６貫通位置でそれぞれ湾曲可能にしている。励磁器４１と受信器３１を内蔵したケース１１は、その長手方向、鉄心４２の門形断面の法線方向を曲面板４０の被探傷面の曲面に合わせて湾曲する構成にしている。

【００５５】

本例の渦電流探傷装置を使用して曲面板４０を探傷する場合、図２３に示すように、励磁器４１と受信器３１を内蔵したケース１１は、探傷面１２を内側にして鉄心４２の門形断面の法線方向を湾曲し、探傷面１２の湾曲面を曲面板４０の被探傷面の凸状曲面に合わせ、探傷面１２を曲面板４０の凸状曲面の被探傷面に接触又は近接させてほぼ平行させる。その後は、第１例と第２例におけるのと同様に使用する。励磁コイル２２は、第１コイル辺２３と第２コイル辺２４を電帯の積み重ね体にしており、曲面板４０の凸状曲面に合わせて湾曲したり、平面状に復元したりするのが容易に行える。なお、曲面板４０の被探傷面が浅い凹状曲面であるときには、励磁器４１と受信器３１を内蔵したケース１１は、探傷面１２を外側にして鉄心４２の門形断面の法線方向を湾曲する。

その他の点は、第１例と第２例におけるのと同様である。図中、第１例と第２例におけるのと同一の部分には、同一の符号を付ける。

【００５６】

［第４例（図２４と図２５参照）］

本例は、非磁性金属管の円管５０の探傷用であり、管内嵌合方式である。

本例の円管用の渦電流探傷装置は、図２４と図２５に示すように、ケース５１に励磁器６１と受信器７１を内蔵している。ケース５１は、非磁性不導体の合成樹脂成形品である。このケース５１は、円管５０内に同心状に嵌合する丸棒形状であり、円筒面の外周面５２を、円管５０の円筒面の内面の被探傷面に接触又は近接させる探傷面にしている。ケース５１の前端は、半球状に突出している。ケース５１の後端は、励磁器６１と受信器７１の導線を引き出すケーブル５３を連結している。ケーブル５３は、ケース５１を円管５０内で前進させるときの押し棒と、後退させるときの引き紐を兼ねている。励磁器６１と受信器７１は、それぞれ、ケーブル５３を経て、図示しない励磁回路と受信回路に接続している。

【００５７】

励磁器６１は、コイル６２、６３と鉄心６４を備えている。鉄心６４は、フェライトコア、軟質磁性材料の鉄心である。この鉄心６４は、円環状にし、外周面に溝を同心状に形

成して門形断面形状にし、溝両側の第１脚部６５と第２脚部６６及び両脚部６５、６６の内周側の端を繋ぐ梁部６７を備えている。コイル６２、６３は、複数回巻きの励磁コイルであり、第１励磁コイル６２と第２励磁コイル６３の２本にしている。両励磁コイル６２、６３は、同寸の円環状にしている。

【００５８】

円環状の鉄心６４は、ケース５１に同心状に埋没し、梁部６７と反対側、外周側の溝開口を探傷面５２に向け、両脚部６５、６６の先端を探傷面５２に隣接して配置している。両脚部６５、６６は、それぞれ、探傷面５２と直交している。円環状の両励磁コイル６２、６３は、ケース５１に同心状に埋没して前後に並列している。第１励磁コイル６２は、鉄心６４の両脚部６５、６６の内側の溝に配置し、第１電流線路にしている。第２励磁コイル６３は、鉄心６４の第１脚部６５の外側、後側に配置し、第２電流線路にしている。両励磁コイルの第１電流線路６２と第２電流線路６３は、電流の向きを左回りと右回り、逆にしている。第１励磁コイル６２と第２励磁コイル６３は、電線の層が単層で薄い。鉄心６４内の第１励磁コイル６２は、鉄心６４の第１脚部６５側に寄り、第１脚部６５の内面に接して第２脚部６６の内面から離れている。鉄心６４外の第２励磁コイル６３は、第１脚部６５の外面に接している。

【００５９】

鉄心６４内の第１電流線路６２の周りには、第１脚部６５、梁部６７と第２脚部６６及び円管５０の周壁を通る磁気回路を形成している。鉄心６４外の第２電流線路６３の周りには、第１脚部６５と梁部６７を通る磁気回路を形成している。

【００６０】

受信器７１は、コイル７２と鉄心７３を備えている。コイル７２は、複数回巻きの受信コイルであり、筒形状にしている。鉄心７３は、フェライトコア、軟質磁性材料の鉄心である。この鉄心７３は、棒形状にしている。鉄心７３には、受信コイル７２を同心状に嵌合している。受信器７１は、ケース５１に鉄心６４外の第２電流線路６３と反対側、前側位置に埋没し、鉄心６４の第２脚部６６と探傷面５２の間の隅角部にほぼ径方向に沿って配置して、先端を探傷面５２に隣接している。鉄心７３付き受信コイル７２は、図２４に示すように、その軸心方向を鉄心６４の第２脚部６６と平行する径方向から第２脚部６６と反対側、前側に少し傾け、軸心方向中央位置のコイル面が一次磁界の磁束方向と平行する方向、一次磁界無感位置に配置している。受信器７１は、励磁器６１とは接触せずに、分離している。

【００６１】

この受信器７１は、図２５に示すように、多数本にし、円環状の第２脚部６６に沿って一定の角度、間隔を置いて放射状に配列している。探傷個所を多数にしている。

【００６２】

本例の渦電流探傷装置を使用して円管５０を探傷する場合、励磁器６１と受信器７１を内蔵したケース５１は、円管５０内に同心状に挿入し、探傷面５２を円管５０の内面の被探傷面に接触又は近接させる。励磁器６１には、交流電圧を印加する。すると、円管５０には、渦電流が流れる。各受信器７１は、それぞれ、励磁コイル６２、６３による一次磁界の状態をほとんど検出せずに、渦電流による二次磁界の状態を検出する。円管５０内のケース５１は、円管５０内を前進させる。円管５０に傷があると、傷の付近に位置する受信器７１は、検出電圧値が顕著に変化する。

【００６３】

［第５例（図２６参照）］

本例は、第４例における管内嵌合方式の渦電流探傷装置において、第１励磁コイル６２と第２励磁コイル６３は、電線の巻き数を増加して第１電流線路と第２電流線路を含む面を傾斜している。

この第１励磁コイル６２と第２励磁コイル６３は、図２６に示すように、電線の層を多層にして厚くしている。鉄心６４内の第１励磁コイル６２は、鉄心６４の第１脚部６５と第２脚部６６の内側空間をほぼ埋めている。鉄心６４外の第２励磁コイル６３は、鉄心６

４内の第１励磁コイル６２より小径にし、ケース５１の中心側、鉄心６４の梁部６７側に配置し、梁部６７の横に位置している。第１励磁コイル６２、第１電流線路と第２励磁コイル６３、第２電流線路を含む面は、探傷面５２に対して傾斜している。

その他の点は、第４例におけるのと同様である。図中、第４例におけるのと同一の部分には、同一の符号を付ける。

【００６４】

変形例

第４例と第５例は、円管５０の探傷用であって、励磁器６１と受信器７１を内蔵したケース５１が円形断面形状である。励磁器６１は、円環状である。角管の探傷用には、励磁器と受信器を内蔵したケースを、角管内に嵌合する角形断面形状にする。励磁器は、角形環状にする。受信器は、角形環状の第２脚部に沿って間隔を置いて配列する。

【００６５】

［第６例（図２７と図２８参照）］

本例は、非磁性金属管の円管７６の探傷用であり、管外嵌合方式である。

本例の円管用の渦電流探傷装置は、図２７と図２８に示すように、ケース７７に励磁器８１と受信器９１を内蔵している。ケース７７は、非磁性不導体の合成樹脂成形品である。このケース７７は、円管７６の外側に同心状に嵌合する円環形状であり、中心貫通孔の円筒面の内周面７８を、円管７６の円筒面の外面の被探傷面に接触又は近接させる探傷面にしている。ケース７７の後面は、励磁器８１と受信器９１の導線を引き出すケーブル７９を連結している。励磁器８１と受信器９１は、それぞれ、ケーブル７９を経て、図示しない励磁回路と受信回路に接続している。

【００６６】

励磁器８１は、コイル８２、８３と鉄心８４を備えている。鉄心８４は、フェライトコア、軟質磁性材料の鉄心である。この鉄心８４は、円環状にし、内周面に溝を同心状に形成して門形断面形状にし、溝両側の第１脚部８５と第２脚部８６及び両脚部８５、８６の外周側の端を繋ぐ梁部８７を備えている。コイル８２、８３は、複数回巻きの励磁コイルであり、第１励磁コイル８２と第２励磁コイル８３の２本にしている。両励磁コイル８２、８３は、同寸の円環状にしている。

【００６７】

円環状の鉄心８４は、ケース７７に同心状に埋没し、梁部８７と反対側、内周側の溝開口を探傷面７８に向け、両脚部８５、８６の先端を探傷面７８に隣接して配置している。両脚部８５、８６は、それぞれ、探傷面７８と直交している。円環状の両励磁コイル８２、８３は、ケース７７に同心状に埋没して前後に並列している。第１励磁コイル８２は、鉄心８４の両脚部８５、８６の内側の溝に配置し、第１電流線路にしている。第２励磁コイル８３は、鉄心８４の第１脚部８５の外側、後側に配置し、第２電流線路にしている。両励磁コイルの第１電流線路８２と第２電流線路８３は、電流の向きを左回りと右回り、逆にしている。第１励磁コイル８２と第２励磁コイル８３は、電線の層が単層で薄い。鉄心８４内の第１励磁コイル８２は、鉄心８４の第１脚部８５側に寄り、第１脚部８５の内面に接して第２脚部８６の内面から離れている。鉄心８４外の第２励磁コイル８３は、第１脚部８５の外面に接している。

【００６８】

鉄心８４内の第１電流線路８２の周りには、第１脚部８５、梁部８７と第２脚部８６及び円管７６の周壁を通る磁気回路を形成している。鉄心８４外の第２電流線路８３の周りには、第１脚部８５と梁部８７を通る磁気回路を形成している。

【００６９】

受信器９１は、コイル９２と鉄心９３を備えている。コイル９２は、複数回巻きの受信コイルであり、筒形状にしている。鉄心９３は、フェライトコア、軟質磁性材料の鉄心である。この鉄心９３は、棒形状にしている。鉄心９３には、受信コイル９２を同心状に嵌合している。受信器９１は、ケース７７に鉄心８４外の第２電流線路８３と反対側、前側位置に埋没し、鉄心８４の第２脚部８６と探傷面７８の間の隅角部にほぼ径方向に沿って

配置して、先端を探傷面７８に隣接している。鉄心９３付き受信コイル９２は、図２７に示すように、その軸心方向を鉄心８４の第２脚部８６と平行する径方向から第２脚部８６と反対側、前側に少し傾け、軸心方向中央位置のコイル面が一次磁界の磁束方向と平行する方向、一次磁界無感位置に配置している。受信器９１は、励磁器８１とは接触せずに、分離している。

【００７０】

この受信器９１は、図２８に示すように、多数本にし、円環状の第２脚部８６に沿って一定の角度、間隔を置いて放射状に配列している。探傷個所を多数にしている。

【００７１】

本例の渦電流探傷装置を使用して円管７６を探傷する場合、励磁器８１と受信器９１を内蔵したケース７７は、円管７６の外側に同心状に嵌め込み、探傷面７８を円管７６の外面の被探傷面に接触又は近接させる。励磁器８１には、交流電圧を印加する。すると、円管７６には、渦電流が流れる。各受信器９１は、それぞれ、励磁コイル８２、８３による一次磁界の状態をほとんど検出せずに、渦電流による二次磁界の状態を検出する。円管７６外のケース７７は、円管７６に沿って前進させる。円管７６に傷があると、傷の付近に位置する受信器９１は、検出電圧値が顕著に変化する。

【００７２】

［第７例（図２９参照）］

本例は、第６例における管外嵌合方式の渦電流探傷装置において、第１励磁コイル８２と第２励磁コイル８３は、電線の巻き数を増加して第１電流線路と第２電流線路を含む面を傾斜している。

この第１励磁コイル８２と第２励磁コイル８３は、図２９に示すように、電線の層を多層にして厚くしている。鉄心８４内の第１励磁コイル８２は、鉄心８４の第１脚部８５と第２脚部８６の内側空間をほぼ埋めている。鉄心８４外の第２励磁コイル８３は、鉄心８４内の第１励磁コイル８２より大径にし、ケース７７の外周側、鉄心８４の梁部８７側に配置し、梁部８７の横に位置している。第１励磁コイル８２、第１電流線路と第２励磁コイル８３、第２電流線路を含む面は、探傷面７８に対して傾斜している。

その他の点は、第６例におけるのと同様である。図中、第６例におけるのと同一の部分には、同一の符号を付ける。

【００７３】

変形例

１）第６例と第７例は、円管７６の探傷用であって、励磁器８１と受信器９１を内蔵した環状のケース７７は、中心貫通孔が円形断面形状である。励磁器８１は、円環状である。角管又は角棒の探傷用には、励磁器と受信器を内蔵した環状のケースは、中心貫通孔を、角管又は角棒の外側に嵌合する角形断面形状にする。励磁器は、角形環状にする。受信器は、角形環状の第２脚部に沿って間隔を置いて配列する。

２）本例において、門形断面形状の鉄心８４は、１個の環状体であるか、複数の分割片を環状に配列する構成にする。

【産業上の利用可能性】

【００７４】

本発明は、工場や発電所などの設備を構成する金属のような導電体の板、管や棒の探傷に利用される。

【図面の簡単な説明】

【００７５】

【図１】従来の励磁コイル平行配置方式の概念平面図。

【図２】同方式の概念正面図で、図１のＡ－Ａ線断面の一次磁界、二次磁界と渦電流密度を示す図。

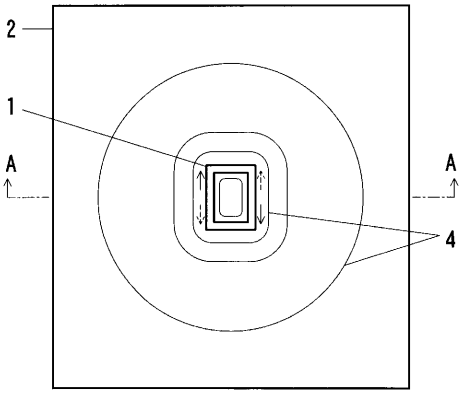
【図３】従来の励磁コイル直交配置方式の概念平面図。

【図４】同方式の概念正面図で、図３のＢ－Ｂ線断面の一次磁界、二次磁界と渦電流密度を示す図。

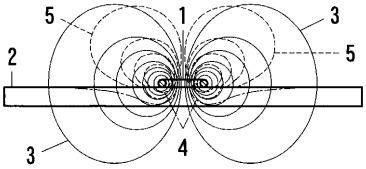
【図５】本発明の方式の概念平面図。
【図６】同方式の概念正面図で、図５のＣ－Ｃ線断面の一次磁界、二次磁界と渦電流密度を示す図。
【図７】本発明と従来の方式における凹部付き金属板の位置と受信コイルの検出電圧値の関係を示す図。
【図８】本発明の他の方式の概念平面図。
【図９】同方式の概念正面図で、図８の中央縦断面の一次磁界、二次磁界と渦電流密度を示す図。
【図１０】本発明の更に他の方式の概念平面図。
【図１１】同方式の概念正面図で、図１０の中央縦断面の一次磁界、二次磁界と渦電流密度を示す図。
【図１２】本発明の方式における受信コイル付近の磁界を示す概念正面図。
【図１３】本発明の方式において受信コイルの各配置角度についてアルミニウム板の厚さと受信コイルの検出電圧値の関係を示す線図。
【図１４】本発明の方式において受信コイルの各配置角度についてステンレス鋼板の厚さと受信コイルの検出電圧値の関係を示す線図。
【図１５】本発明の実施形態の第１例における平面用の渦電流探傷装置の正面図。
【図１６】図１５のＤ－Ｄ線断面図。
【図１７】図１５のＥ－Ｅ線断面図。
【図１８】実施形態の第２例における平面用の渦電流探傷装置の縦断側面図で、図１６と同様な断面図。
【図１９】第３例における曲面用の渦電流探傷装置の正面図。
【図２０】図１９のＦ－Ｆ線断面図。
【図２１】図１９のＧ－Ｇ線断面図。
【図２２】図１９のＨ－Ｈ線断面図。
【図２３】同渦電流探傷装置の使用状態の正面図。
【図２４】第４例における管内嵌合方式の渦電流探傷装置の縦断側面図。
【図２５】図２４のＪ‐Ｊ線断面図。
【図２６】第５例における管内嵌合方式の渦電流探傷装置の縦断側面図。
【図２７】第６例における管外嵌合方式の渦電流探傷装置の縦断側面図。
【図２８】図２７のＫ‐Ｋ線断面図。
【図２９】第７例における管外嵌合方式の渦電流探傷装置の縦断側面図。
【符号の説明】
【００７６】
１　励磁コイル、励磁器のコイル
２　探傷対象の導電体、非磁性金属板
３　励磁コイルによる一次磁界
４　渦電流
５　渦電流による二次磁界
６　門形断面形状の鉄心、強磁性の鉄心
７　受信器のコイル、受信コイル、ソレノイド
θ　受信コイルの配置角度
実施形態の第１例、第２例
１０　非磁性金属板の平面板
１１　ケース
１２　下面、探傷面
１３　ケーブル
２１　励磁器
２２　コイル、励磁コイル
２３　第１コイル辺、第１電流線路

２４　第２コイル辺、第２電流線路
２５　門形断面形状の鉄心
２６　第１脚部
２７　第２脚部
２８　梁部
３１　受信器
３２　コイル、受信コイル
３３　鉄心
実施形態の第３例
４０　非磁性金属板の曲面板
４１　励磁器
４２　門形断面形状の鉄心
４３　第１脚部
４４　第２脚部
４５　梁部
４６　溝
４７　薄肉部
実施形態の第４例、第５例
５０　非磁性金属管の円管
５１　ケース
５２　外周面、探傷面
５３　ケーブル
６１　励磁器
６２　コイル、第１励磁コイル、第１電流線路
６３　コイル、第２励磁コイル、第２電流線路
６４　門形断面形状の鉄心
６５　第１脚部
６６　第２脚部
６７　梁部
７１　受信器
７２　コイル、受信コイル
７３　鉄心
実施形態の第６例、第７例
７６　非磁性金属管の円管
７７　ケース
７８　内周面、探傷面
７９　ケーブル
８１　励磁器
８２　コイル、第１励磁コイル、第１電流線路
８３　コイル、第２励磁コイル、第２電流線路
８４　門形断面形状の鉄心
８５　第１脚部
８６　第２脚部
８７　梁部
９１　受信器
９２　コイル、受信コイル
９３　鉄心

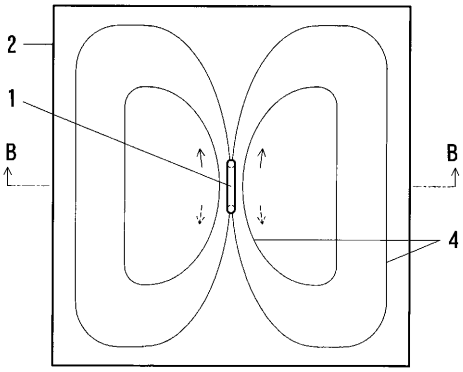
【図１】



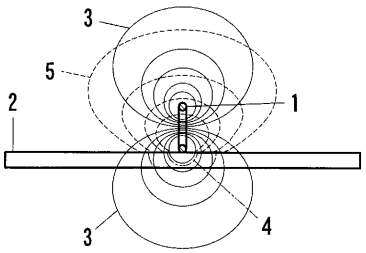
【図２】



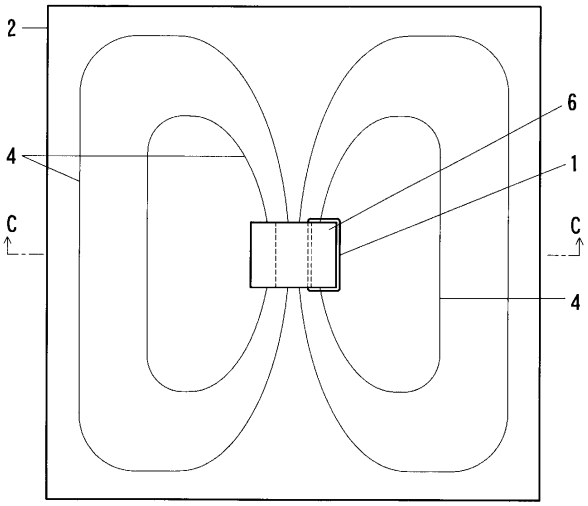
【図３】



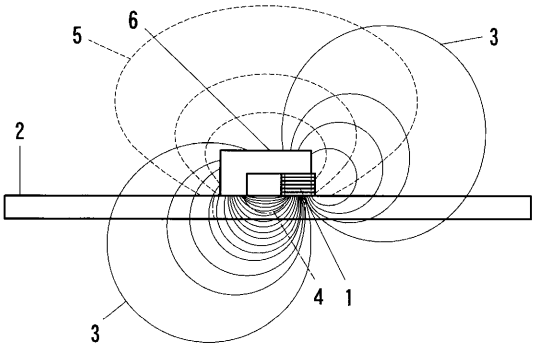
【図４】



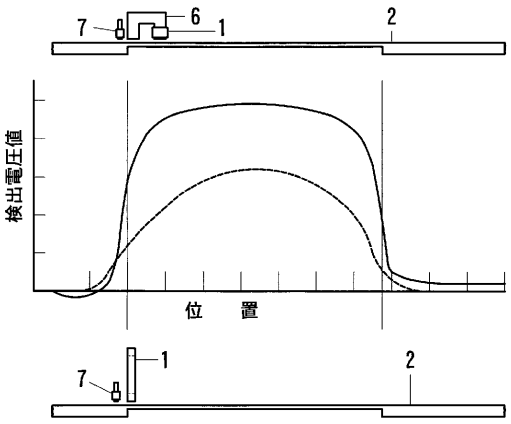
【図５】



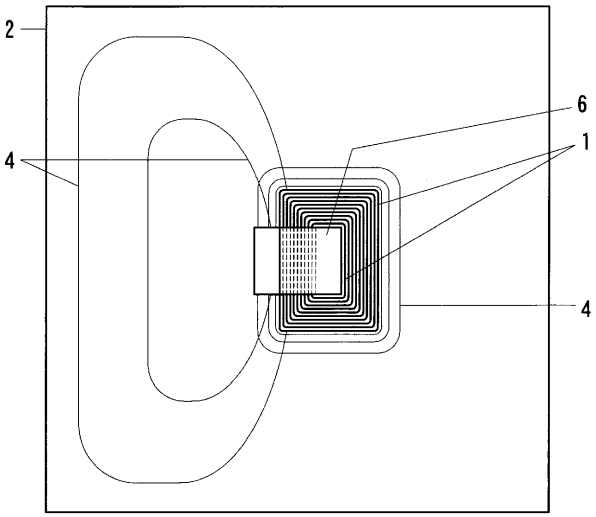
【図６】



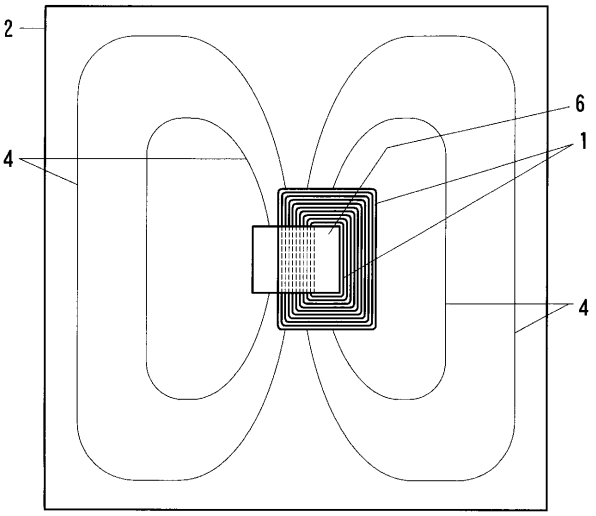
【図７】



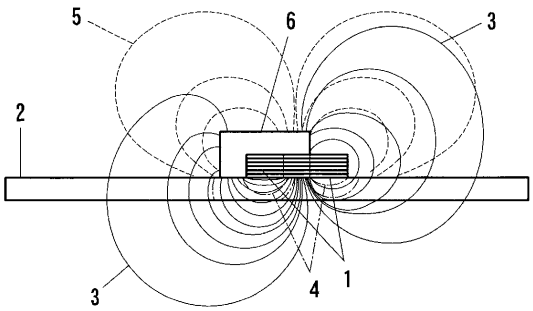
【図８】



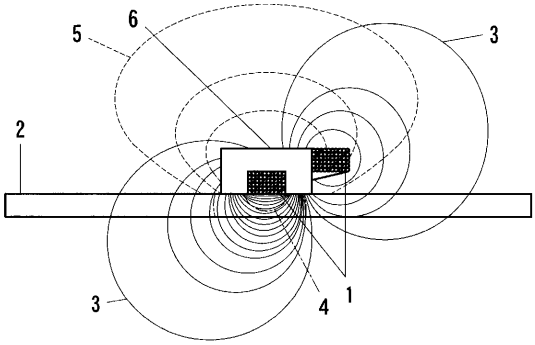
【図１０】



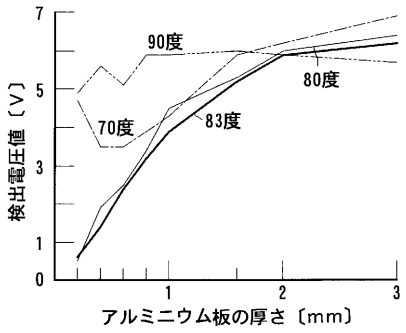
【図９】



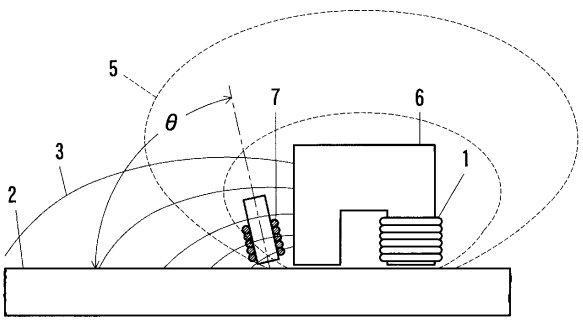
【図１１】



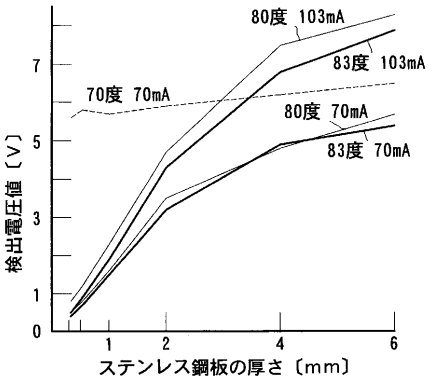
【図１３】



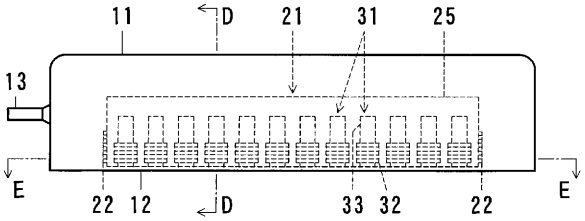
【図１２】



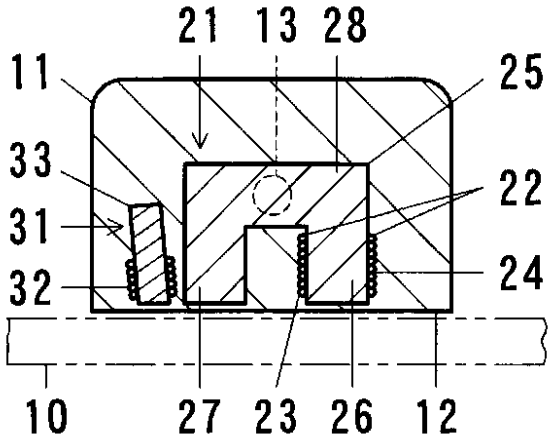
【図１４】



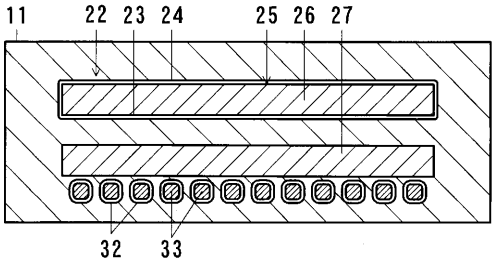
【図１５】



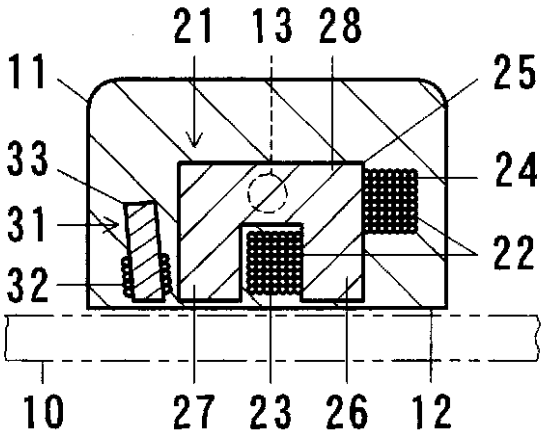
【図１６】



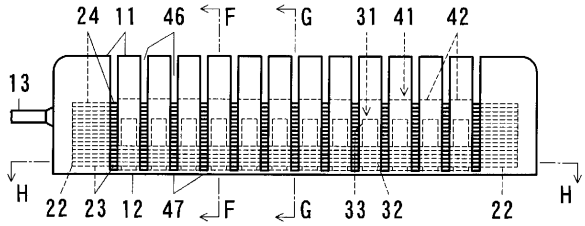
【図１７】



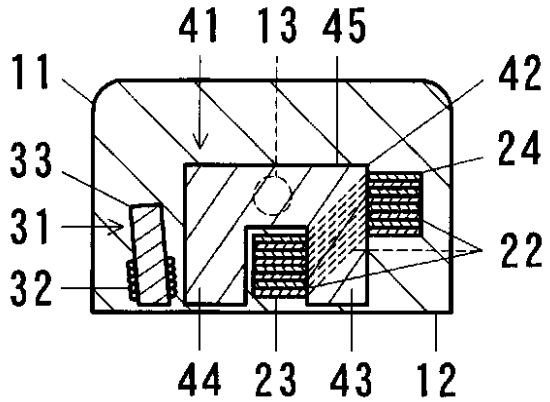
【図１８】



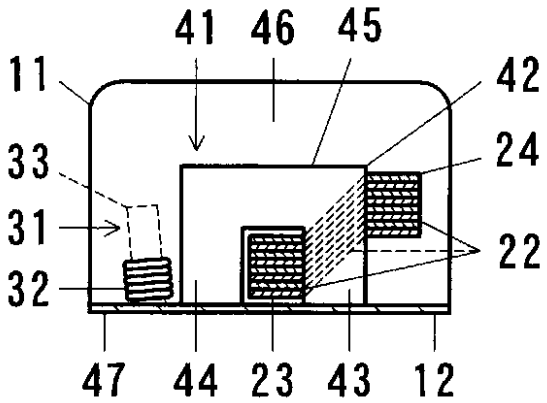
【図１９】



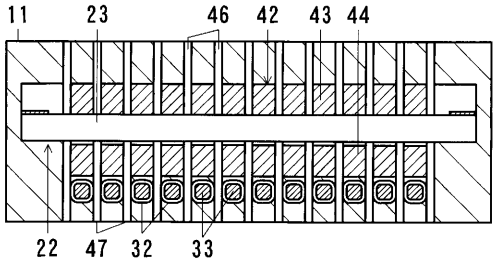
【図２０】



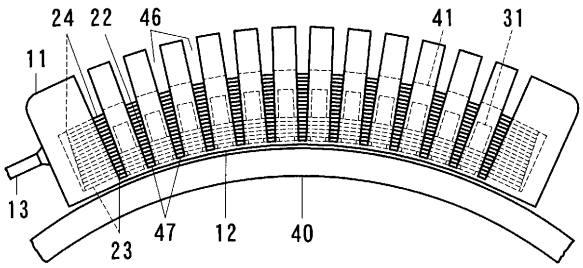
【図２１】



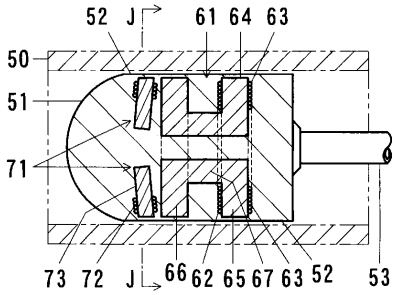
【図２２】



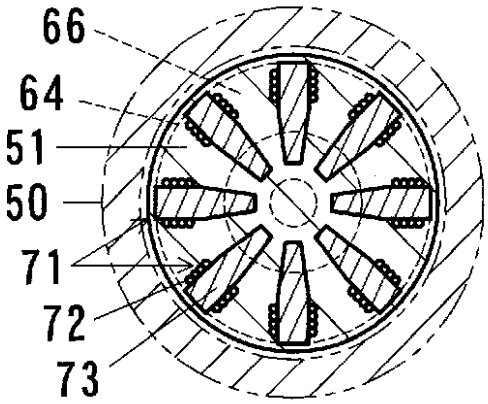
【図２３】



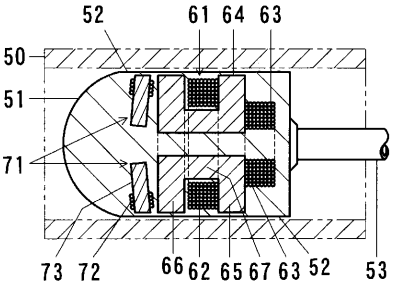
【図２４】



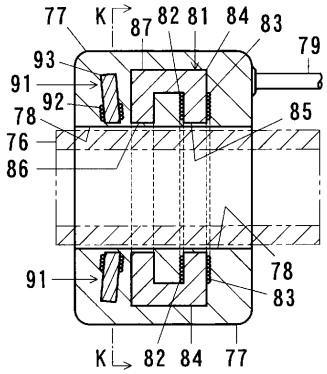
【図２５】



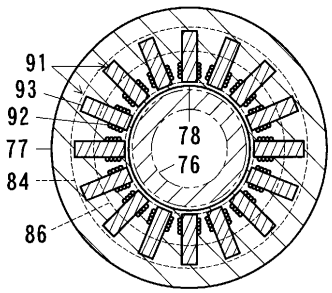
【図２６】



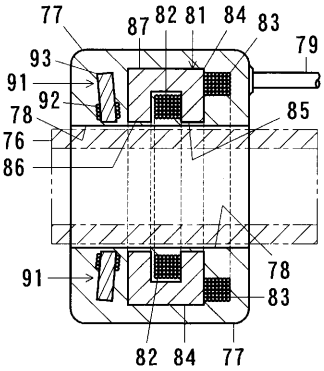
【図２７】



【図２８】



【図２９】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１０－０７３５７０（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２８８６０６（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１６７４７０（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１３１２８７（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１９４６６１（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２３５０２０（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２２７４２０（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－３０７１２４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｎ ２７／７２－２７／９０
ＪＳＴＰｌｕｓ（ＪＤｒｅａｍ2）
ＪＳＴ７５８０（ＪＤｒｅａｍ2）