

(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2004-170091

(P2004-170091A)

(43) 公開日 平成16年6月17日(2004.6.17)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

GO 1 R 15/14

GO 1 R 19/00

GO 1 R 33/02

F I

GO 1 R 15/02

GO 1 R 19/00

GO 1 R 33/02

GO 1 R 33/02

GO 1 R 33/02

テーマコード (参考)

2 GO 1 7

2 GO 2 5

2 GO 3 5

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-332939 (P2002-332939)

(22) 出願日 平成14年11月15日 (2002.11.15)

(71) 出願人 501034106

アイチ・マイクロ・インテリジェント株式会社

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地

(74) 代理人 100083046

弁理士 ▲高▼橋 克彦

(72) 発明者 青山 均

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 アイチ・マイクロ・インテリジェント株式会社内

(72) 発明者 本蔵 義信

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 アイチ・マイクロ・インテリジェント株式会社内

(72) 発明者 正木 電二

愛知県東海市横須賀町扇島4丁目1番地

最終頁に続く

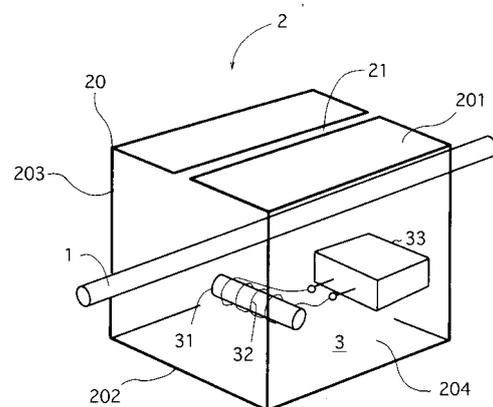
(54) 【発明の名称】 電流センサ

(57) 【要約】

【課題】最適な磁場強さを所望の位置に実現し、大電流もしくは微小電流の計測を可能にすること。

【解決手段】外部磁場を遮断する包囲シールド壁20より成る磁気シールド2内に配設された測定対象である被検出電線1を流れる電流により生じる前記磁気シールド内の磁場内において、作用している磁場の大きさから前記被検出電線を流れる電流に対応する電圧信号を出力する電流センサであって、前記被検出電線を流れる電流により生じる磁場内に配設され、周囲の磁場に対応して内部磁場が変化するアモルファス素子31に巻回された検出コイル32により該内部磁場変化を電磁誘導により電圧に変換することによりマグネット-インダクティブ磁気検出器3を構成し、前記検出コイルの電圧を前記被検出電線を流れる電流に対応した電圧信号に変換する信号変換回路33を備え、前記包囲シールド壁に形成された空隙21により制御された磁気分布が形成される電流センサ。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

外部磁場を遮断する包囲シールド壁より成る磁気シールド内に配設された測定対象である被検出電線を通れる電流により生じる前記磁気シールド内の磁場内において、作用している磁場の大きさから前記被検出電線を通れる電流に対応する電圧信号を出力する電流センサであって、

前記被検出電線を通れる電流により生じる磁場に対して出力の線形関係が保持される位置に配設され、周囲の磁場に対応して内部磁場が変化するアモルファス素子と、

該アモルファス素子に巻回されアモルファス素子の内部磁場変化を電磁誘導により電圧に変換することによりマグネット - インダクティブ磁気検出器を構成する検出コイルおよび前記検出コイルの電圧を前記被検出電線を通れる電流に対応した電圧信号に変換する信号変換回路とから成り、

前記磁気シールド内に形成される磁気分布を制御するための空隙が、該磁気シールドの前記包囲シールド壁に形成されている

ことを特徴とする電流センサ。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 において、

前記検出コイルが巻回されたアモルファス素子と前記信号変換回路が、前記磁気シールド内に配設されたパッケージ内に配置されている

ことを特徴とする電流センサ。

20

**【請求項 3】**

請求項 2 において、

前記被検出電線が、前記パッケージの平坦面に平坦面が当接して前記磁気シールド内に配設された絶縁材料より成るスペース内に配設され、

前記マグネット - インダクティブ磁気検出器が、前記被検出電線と前記磁気シールドの前記空隙が形成された壁面または前記空隙が形成された壁面に対向する壁面との間に配設されている

ことを特徴とする電流センサ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

30

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、外部磁場を遮断する包囲シールド壁より成る磁気シールド内に配設された測定対象である被検出電線を通れる電流により生じる磁場内において、作用している磁場の大きさから前記被検出電線を通れる電流に対応する電圧信号を出力するマグネット - インダクティブ磁気検出器より成る電流センサに関する。

**【0002】****【従来技術】**

従来電流センサは、図 14 に示されるように外乱磁場を遮断するための上下 2 分割構造の磁気シールド DS 内に載置された被検出電線 W が通電されることにより周囲に生じる磁界の強さに応じて電圧を発生する磁気インピーダンス素子 M と、該磁気インピーダンス素子 M を駆動する駆動回路 DC からなる磁気センサを配設することにより、前記磁気インピーダンス素子 M の電圧に基づいて計測し被検出電線を通れる電流値を求めるものであった（例えば、特許文献 1 参照。）。

40

**【0003】****【特許文献 1】**

特開 2000 - 258464 号公報（第 5 ~ 6 頁、第 8 図）

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

上記従来電流センサの原理は、図 3 に示されるように測定対象である前記被検出電線 W を通れる電流により右ねじの法則にしたがって該被検出電線を中心に同心円状に磁場が発

50

生し、その強さが電線からの距離  $L$  と共に減衰する磁場  $B$  を磁気センサ  $S$  により検出するものである。また磁場の方向は前記同心円の各接線方向であるので磁気センサはその感度が最大となる軸を接線方向となるようすなわち検出電線と直交するように配設される。

【0005】

一方、前記シールドは、前記磁場  $B$  以外の外乱磁場その他の外部磁場を遮断して磁気センサにノイズとして影響することを防いでいる。

図15は、例えば高透磁率材料からなる磁気シールド2の中に円で示される円形横断面形状の検出用電線  $W$  が配置されており、この電線を通る被検出電流により発生する磁場強さの分布をコンピュータにより解析した結果を示している。

【0006】

この解析結果は、電線のごく近傍で最も強い磁場のレベルを10とし、実用的に磁場が0とみなせるレベルを0として段階的に磁場の強さ分布を表しており、数値が同じであれば磁場強さは同じである。これによると電線を取り巻くごく近傍が最も磁場が強く磁場レベルを表す数値は10、そこから遠ざかるにしたがってほぼ検出用電線  $W$  の軸心を中心とする同心円状に磁場が緩やかに減衰しシールドの壁面22のごく近傍ではレベルは6、そしてさらにレベルが減衰するのはシールドの外でも磁場レベルを表す数値が5であることが表されている。

【0007】

磁気検出器としてアモルファス素子を利用する場合は高感度であるため、通常0から数(2~3) Gauss程度の磁場強さの範囲で精度の良い測定が可能であるがそれ以上では飽和し出力が非線形になる特性を有する。したがって計測対象の電流による磁場が強すぎてマグネット-インダクティブ磁気検出器の出力が飽和したり、あるいは小さすぎてノイズに埋もれたりしないよう、適切な磁場強さとなる位置に前記マグネット-インダクティブ磁気検出器を配置する必要がある。

【0008】

しかしながら計測する電流が例えば数十A以上の大電流の場合には磁場が強くなり過ぎるため高透磁率材料による磁気シールドが磁気飽和し、本来の目的である外乱磁場を遮断することができなくなり精度の高い電流センサの実現が不可能になるという問題があった。

【0009】

さらにマグネット-インダクティブ磁気検出器が精度よく電流を検出できる所定の磁場強さとなる位置が図15のa点に示すようにシールド壁面に非常に接近した場所となってマグネット-インダクティブ磁気検出器とシールドが機械的に干渉して実際には配設が不可能になるか、あるいは所定の磁場強さとなる位置がb点のようにシールドの外側となってしまうことが生じる。その結果マグネット-インダクティブ磁気検出器をこのような適切な磁場強さとなる位置に配設する必要から磁気シールドの寸法を大きくせざるを得ず、小型の電流センサを実現することが不可能になるという問題があった。

【0010】

これとは逆に微小電流を計測する場合は前記電線の電流が発する磁場が微弱であるから、該磁場を精度良く検出するためには磁場減衰が小さい最も電線に近い領域に、マグネット-インダクティブ磁気検出器を配設する必要がある。すなわち図15に示されるごとく前記検出電線にごく近接した点、例えばc点付近の極めて狭い領域にマグネット-インダクティブ磁気検出器を配設する必要があるが、機械的な干渉が生じるので、事実上配設が困難であるという問題があった。

【0011】

すなわち、微小電流から大電流までを計測可能にするためには、磁気シールド内において機械的干渉無くマグネット-インダクティブ磁気検出器を安定に配設できる位置において、磁場の強さを適切な値に設定できるようにしなければならないという技術課題があった。

【0012】

そこで本発明者は、外部磁場を遮断する包囲シールド壁より成る磁気シールド内に配設された測定対象である被検出電線を通る電流により生じる前記磁気シールド内の磁場内に

10

20

30

40

50

において、作用している磁場の大きさから前記被検出電線を流れる電流に対応する電圧信号を出力する電流センサであって、前記被検出電線を流れる電流により生じる磁場内に配設され、周囲の磁場に対応して内部磁場が変化するアモルファス素子に巻回された検出コイルにより該内部磁場変化を電磁誘導により電圧に変換することによりマグネット・インダクティブ磁気検出器を構成し、前記検出コイルの電圧を前記被検出電線を流れる電流に対応した電圧信号に変換する信号変換回路を備え、前記包囲シールド壁に形成された空隙により制御された磁気分布が形成されている前記磁気シールド内において、前記被検出電線を流れる電流による磁場に対応する前記アモルファス素子の内部磁場変化を電磁誘導により電圧に変換して電圧信号として検出するという本発明の技術的思想に着眼し、更に研究開発を重ねた結果、前記包囲シールド壁に形成された空隙により磁気シールド内部の磁場分布を制御することによってマグネット・インダクティブ磁気検出器に最適な磁場強さを所望の位置に実現可能にすることでこの課題を解決するとともに、大電流もしくは微小電流の計測を可能にする電流センサを実現するという目的を達成する本発明に到達した。

10

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明（請求項1に記載の第1発明）の電流センサは、外部磁場を遮断する包囲シールド壁より成る磁気シールド内に配設された測定対象である被検出電線を流れる電流により生じる前記磁気シールド内の磁場内において、作用している磁場の大きさから前記被検出電線を流れる電流に対応する電圧信号を出力する電流センサであって、前記被検出電線を流れる電流により生じる磁場に対して出力の線形関係が保持される位置に配設され、周囲の磁場に対応して内部磁場が変化するアモルファス素子と、該アモルファス素子に巻回されアモルファス素子の内部磁場変化を電磁誘導により電圧に変換することによりマグネット・インダクティブ磁気検出器を構成する検出コイルおよび前記検出コイルの電圧を前記被検出電線を流れる電流に対応した電圧信号に変換する信号変換回路とから成り、前記磁気シールド内に形成される磁気分布を制御するための空隙が、該磁気シールドの前記包囲シールド壁に形成されているものである。

20

【0014】

本発明（請求項2に記載の第2発明）の電流センサは、前記第1発明において、前記検出コイルが巻回されたアモルファス素子と前記信号変換回路が、前記磁気シールド内に配設されたパッケージ内に配置されているものである。

30

【0015】

本発明（請求項3に記載の第3発明）の電流センサは、前記第2発明において、前記被検出電線が、前記パッケージの平坦面に平坦面が当接して前記磁気シールド内に配設された絶縁材料より成るスペーサ内に配設され、前記マグネット・インダクティブ磁気検出器が、前記被検出電線と前記磁気シールドの前記空隙が形成された壁面または前記空隙が形成された壁面に対向する壁面との間に配設されているものである。

40

【0016】

【発明の作用および効果】

上記構成より成る第1発明の電流センサは、前記包囲シールド壁に形成された空隙により制御された磁気分布が形成されている前記磁気シールド内において、前記被検出電線を流れる電流による磁場に対応する前記アモルファス素子の内部磁場変化を電磁誘導により前記検出コイルによって電圧に変換して電圧信号として検出するものであるもので、前記包囲

50

シールド壁に形成された前記空隙により磁気シールド内部の磁場分布が制御されることにより、マグネット・インダクティブ磁気検出器に最適な磁場強さを所望の位置に実現可能にするとともに、大電流もしくは微小電流の計測を可能にする電流センサを実現するという効果を奏する。

【0017】

上記構成より成る第2発明の電流センサは、前記第1発明において、前記検出コイルが巻回されたアモルファス素子と前記信号変換回路が、前記磁気シールド内に配設されたパッケージ内に配置されているので、前記アモルファス素子と前記被検出電線との距離が精度良く保持されるため、安定且つ精度の高い大電流を測定可能にするとともに、前記磁気シールド内において検出した電圧信号が変換されるので安定な信号変換を可能にするという効果を奏する。

10

【0018】

上記構成より成る第3発明の電流センサは、前記第2発明において、前記被検出電線が、前記パッケージの平坦面に平坦面が当接して前記磁気シールド内に配設された絶縁材料より成るスペーサ内に配設され、前記マグネット・インダクティブ磁気検出器が、前記被検出電線と前記磁気シールドの前記空隙が形成された壁面または前記空隙が形成された壁面に対向する壁面との間に配設されているので、前記アモルファス素子と前記被検出電線との距離が精度良く保持されるため、安定且つ精度の高い大電流もしくは微小電流の測定を可能にするという効果を奏する。

【0019】

20

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態につき、図面を用いて説明する。

【0020】

(第1実施形態)

本第1実施形態の電流センサは、図1ないし図4に示されるように外部磁場を遮断する包囲シールド壁20より成る磁気シールド2内に配設された測定対象である被検出電線1を流れる電流により生じる前記磁気シールド2内の磁場内において、作用している磁場の大きさから前記被検出電線1を流れる電流に対応する電圧信号を出力する電流センサであって、前記被検出電線1を流れる電流により生じる磁場に対して出力の線形関係が保持される位置に配設され、周囲の磁場に対応して内部磁場が変化するアモルファス素子31と、該アモルファス素子31に巻回されアモルファス素子31の内部磁場変化を電磁誘導により電圧に変換することによりマグネット・インダクティブ磁気検出器3を構成する検出コイル32および前記検出コイル32の電圧を前記被検出電線を流れる電流に対応した電圧信号に変換する信号変換回路33とから成り、前記磁気シールド2内に形成される磁気分布を制御するための空隙21が、該磁気シールド2の上壁面201の前記包囲シールド壁20にスリット状に形成されているとともに、前記マグネット・インダクティブ磁気検出器3が、前記被検出電線1と前記磁気シールド2の前記空隙21が形成された壁面に対向する下壁面202との間に配設されているものである。

30

【0021】

前記磁気シールド2は、図1および図2に示されるように外部磁場を遮断する上壁面201、下壁面202、両側壁面203、204の矩形断面形状の4面より成るパーマロイのような高透磁率材料によって構成された包囲シールド壁20から成り、前記磁気シールド2内に形成される磁気分布を制御するための空隙21が、該磁気シールド2の前記包囲シールド壁20の上壁面201の長手方向全長に亘りスリット状に形成されている。

40

【0022】

前記包囲シールド壁20は、例えば厚さ0.5mmで、前記上面201および前記下面202の内壁の幅は4mm、左右両側面203、204の内壁の高さは4mmであり、前記上面201の長手方向全長に亘りスリット状に形成された前記空隙21すなわち間隙の図2中左右方向の幅は0.5mmである。

【0023】

50

前記空隙 2 1 が形成された上記磁気シールド 2 内に配置された電流センサの原理を説明するために、磁気シールド 2 内に形成される磁場分布を明らかにするために行ったコンピュータによる磁場解析によって、図 2 に示される磁場分布が明らかになったので、図 2 を用いて説明する。

【 0 0 2 4 】

図 2 から明らかなように前記空隙 2 1 の中心と前記被検出電線 1 の軸心とを結ぶ直線に対して線対称となる磁場分布を示し、磁場強さが 1 0 から 8 までの磁場分布は前記空隙 2 1 が形成された上壁面 2 0 1 に対して開口するとともに前記被検出電線 1 を内包する略 U 字状となり、前記被検出電線 1 と前記シールド 2 の前記空隙 2 1 に対向する下壁面 2 0 2 とによって挟まれる空間の磁場が、磁場強さが 1 0 である前記被検出電線 1 から前記シールド 2 の下壁面 2 0 2 の方へ遠ざかるにしたがって図 1 5 に示される従来の場合に比べて磁場の強さが大きく減衰し、シールド壁面近傍の磁場が実用上 0 ガウス近くになる。

10

【 0 0 2 5 】

本第 1 実施形態においては、この大きく磁場が減衰する様子が、図 2 において前記被検出電線 1 から前記シールド 2 の下壁面 2 0 2 までの間の磁場強さが 1 0 から 1 まで分布していることから理解することが出来る。

【 0 0 2 6 】

本第 1 実施形態の電流センサは、図 3 に示されるように測定対象である被検出電線 1 を流れる電流により生じる前記被検出電線 1 の軸心からの距離 L に位置する磁場内において、作用している磁場 B の大きさから前記被検出電線 1 を流れる電流に対応する電圧信号を出力する電流センサである。

20

【 0 0 2 7 】

前記シールド 2 に対して電流による磁気飽和を抑制するための空隙 2 1 を形成し、断面が略矩形で筒状の高透磁率材料からなる磁気シールド 2 の内部に収納され、前記被検出電線 1 を流れる電流により生じる磁場内の出力の線形関係が保持され所定の磁場強さの範囲内となる位置であって磁場の方向に平行に配設され、被検出電流による周囲の磁場に対応して内部磁場が変化する例えば直径 3 0  $\mu\text{m}$  および長さ 3 m m 以下のアモルファス素子 3 1 からなり、該アモルファス素子 3 1 に巻回されアモルファス素子の内部磁場変化を電磁誘導により電圧に変換することによりマグネット - インダクティブ磁気検出器 3 を構成する検出コイル 3 2 および前記検出コイルの電圧を前記被検出電線 1 を流れる電流に対応した電圧信号に変換する信号変換回路 3 3 とから成るものである。

30

【 0 0 2 8 】

本第 1 実施形態の電流センサは、図 1 に示されるように前記被検出電線 1 と、該被検出電線 1 の下方において磁場を最大の感度で検出できるように軸が検出電線の軸方向と直交する向きに配設された前記検出コイル 3 2 を巻回したアモルファスワイヤ 3 1 および前記検出コイル 3 2 に接続された前記信号変換回路 3 3 とから成り、前記検出コイル 3 2 によりアモルファスワイヤ 3 1 の内部磁場変化を電磁誘導により電圧に変換するマグネット - インダクティブ磁気検出器 3 を構成するものである。

【 0 0 2 9 】

本第 1 実施形態の電流センサにおける信号変換回路 3 3 は、図 4 に示されるようにロジック回路からなるパルス発生器 3 1 0 が、前記アモルファス素子 3 1 と、検波回路 3 2 0 のアナログスイッチ 3 2 1 にそれぞれ P 1、P 2 の同期したパルスを出力する。この二つのパルスは P 1、P 2 の順で発生し、たとえば 1 M H z の周波数で繰り返すので磁場の測定は 1 M H z の頻度で行われる。

40

【 0 0 3 0 】

パルス P 1 が発生し前記アモルファス素子 3 1 にパルス電流 P 1 が印加されると、前記アモルファス素子 3 1 にはパルス電流 P 1 ならびに前記アモルファス素子 3 1 が置かれている前記被検出電線 1 を流れる電流により生じる周辺磁場に対応して内部磁場変化が生じる。このとき電磁誘導作用により前記検出コイル 3 2 には、該内部磁場変化に対応する電圧が発生する。

50

## 【0031】

この電圧を、前記信号変換回路33を構成する前記検波回路320の前記アナログスイッチ321が瞬間的に閉になることで、サンプルホールド回路を構成するコンデンサC321がホールドする。オペレーショナルアンプからなる増幅器330は、前記検波回路320の電圧を増幅するとともに、測定すべき電流に対応する電圧信号を出力端子に出力する。

## 【0032】

上記作用を奏する本第1実施形態の電流センサは、前記シールド2の前記包囲シールド壁20に形成された前記空隙21により制御された磁気分布が形成されている前記磁気シールド2内において、前記被検出電線1を流れる電流による磁場に対応する前記アモルファス素子31の内部磁場変化を電磁誘導により前記検出コイル32によって電圧に変換して電圧信号として検出するものである。前記包囲シールド壁20に形成された前記空隙21により前記磁気シールド2の内部の磁場分布が制御されることによって、マグネト-インダクティブ磁気検出器3に最適な磁場強さを所望の位置に実現可能にするとともに、大電流もしくは微小電流の計測を可能にする電流センサを実現するという効果を奏する。

10

## 【0033】

また本第1実施形態の電流センサは、前記シールド2に前記空隙21を形成したので、前記空隙21により前記被検出電線1に大電流を流しても前記磁気シールド2が磁気飽和することを抑制することができるため、シールド本来の目的である外乱磁気を遮断してノイズの混入を防ぐことを可能にするという効果(第1の効果)を奏する。

20

## 【0034】

さらに本第1実施形態の電流センサは、前記空隙21が設けられた前記シールド2の上壁面201に対向する側の下壁面(辺)202と前記被検出電線1によって挟まれる空間の磁場が、前記電線1からシールド下壁面202の方へ遠ざかるにしたがって従来の場合に比べて磁場の強さが大きく減衰しシールド壁面近傍の磁場を実用上0ガウス近くにすることができるので、この大きく磁場が減衰する様子が図2において電線1とシールド壁面202との間の磁場強さが10から1まで分布していることから分かるように、従来の空隙をもたない図15のa点のようにシールド壁面近傍の最も弱い磁場のレベルを表す数値が6であることに對して、本第1実施形態における磁場分布を示す図2においてはさらに低く磁場のレベルがその数値を1にできるという効果(第2の効果)を奏する。

30

## 【0035】

上述の第2の効果により、前記磁気シールド2の寸法を大きくすること無く、所定の大きさのシールド内において所定の磁場強さを得ることができるので、小型の大電流センサを実現することを可能にするものである。

## 【0036】

また本第1実施形態の電流センサは、図2におけるd点の周辺、すなわち電線1と前記磁気シールドの空隙21との間の空間に最も強い磁場の領域を広く作り出すことができるので、図15の空隙を持たない従来のシールドの場合には磁場が最も強い領域は被検出電線Wの周囲のごく近傍に限られることに對して図2ではd点を含んで被検出電線1からシールド2の空隙までの全領域の1/4以上の広い領域が最も磁場強さのレベルが高い10であることから理解できるようにマグネト-インダクティブ磁気検出器3を前記電線1に近接させることなく機械的な干渉が無い位置に強い磁場の領域を分布させることができるようになり微小電流センサを実現可能にするという効果(第3の効果)を奏する。

40

## 【0037】

本第1実施形態の電流センサは、上述のごとく前記磁気シールド2の前記空隙21による上述の第1の効果により、前記被検出電線1が電流を流しても前記磁気シールド2が磁気飽和しないので、外乱磁場その他の外部磁場を遮断することが出来、また上述の第2の効果により前記磁気シールド2の寸法を大きくすること無く、前記磁気シールド2の内部にマグネト-インダクティブ磁気検出器3が非線形となることの無い所定の強さの磁場を実現するため、小型で、高精度の電流センサを実現するという効果を奏する。

50

## 【 0 0 3 8 】

(第2実施形態)

本第2実施形態の電流センサは、図5ないし図8に示されるようにマグネット - インダクティブ磁気検出器3をパッケージ40に収蔵配置し、該パッケージ40の上面の平坦面と絶縁材料によるスペーサを挟んで被検出電線14を当接する構造とし、該被検出電線14と前記磁気検出器24とを所定の距離に安定かつ精度良く設定するとともに、前記磁気検出器3および前記被検出電線14の周囲を高透磁率材料で被覆することからなる空隙を有する磁気シールド2を構成し前記磁気検出器3が前記被検出電線1と空隙の無い磁気シールド2の内壁面との間に配設されている点に特徴がある。

## 【 0 0 3 9 】

アモルファス素子が検出する被測定電流による磁場の大きさは、上述の図2を用いた記載から明らかなように被検出電線から遠ざかるにしたがって減衰する。

すなわち被検出電線とアモルファス素子との距離が変動すると電流センサとしての感度がばらつくことになる。

## 【 0 0 4 0 】

本第2実施形態においては、図5および図6に示されるように検出コイルを巻回したアモルファス素子34と信号変換回路35からなるマグネット - インダクティブ磁気検出器3を収納した小型の直方体のパッケージ40の上面の平坦面S40に対して当接する絶縁体のスペーサ141を挟んで被検出電線14を配置するための該スペーサと一体構造をなすホールダ142により被検出電線14とマグネット - インダクティブ磁気検出器3とを所定の距離に容易に安定かつ精度良く配置でき、かつ前述のごとく高透磁率材料からなる空隙を有する磁気シールドで周囲を被覆することにより、ノイズ混入がなく高精度でかつ機械的にも安定な電流センサを安価な製品とするものである。

## 【 0 0 4 1 】

すなわち本第2実施形態における磁気検出器は、図5に示されるように検出コイルを巻回したアモルファスワイヤ34と信号変換回路35とをIC化して複数のIC用電極55を備えた小型のパッケージ40内に収納したIC型マグネット - インダクティブ磁気検出器3によって構成されるものである。

## 【 0 0 4 2 】

なお図6において、当接するべきスペーサ141の当接面S141を説明しやすくするためにパッケージ40の面S40と分離して描いている。

また図6の断面図において上側部分201と下側部分202の二つに分けて示される磁気シールド2の上側部分201には被検出電線14の真上に該検出電線と平行に図示されていないが空隙21が形成されている。図7はこの空隙の位置を示すために図8における検出電線14の軸方向から見た横断面図を示す。

## 【 0 0 4 3 】

図8は、IC型マグネット - インダクティブ磁気検出器3の具体的な信号変換器の電気回路であり基本的には前記第1実施形態における回路と同様であるが、自動車で使用するために増幅器330を単極電源で動作できるように設けた抵抗器R331およびR332による基準電位発生回路を追加したところが異なる。

## 【 0 0 4 4 】

上記構成より成る本第2実施形態の電流センサは、前記被検出電線14と前記IC型マグネット - インダクティブ磁気検出器3とに挟着されるスペーサ141は被検出電線14を把持するホールダ142と一体構造をなし該スペーサ141の当接面S141を前記IC型磁気検出器24のひとつの面S40に当接することで被検出電線14と前記IC型磁気検出器24に内蔵されたアモルファスワイヤ34との距離を容易に安定かつ精度良く設定することを可能にするという効果を奏する。

## 【 0 0 4 5 】

また本第2実施形態の電流センサは、前記IC型磁気検出器3および前記ホールダ142とともに高透磁率材料からなる板143で被覆して固定し、かつ高透磁率材料の作用によ

10

20

30

40

50

り磁気シールドするとともにノイズとなる地磁気などの磁場を排除して高精度化するので、ノイズ混入のない高精度な電流センサを実現するという効果を奏する。

【0046】

さらに本第2実施形態の電流センサは、上述のようにIC型マグネット-インダクティブ磁気検出器3を利用するので、ノイズ混入のない高精度かつ安定な大電流センサを安価に製作することができるという効果を奏する。

【0047】

(第3実施形態)

本第3実施形態の電流センサは、図9および図10に示されるように前記第2実施形態において磁気シールド2の上側部分201に設けた空隙21を下側部分202に設けることにより、前記マグネット-インダクティブ磁気検出器3が前記被検出電線14と空隙を有する磁気シールド壁面との間に配設されていることと、マグネット-インダクティブ磁気検出器3のアモルファス素子31に磁気フィードバックを施す手段335を設けたところが、上述の実施形態とは異なる。

10

【0048】

図9は、前記被検出電線14の軸方向から見た断面図であり、磁気シールド2の下面部202に形成されている空隙21と前記検出電線14との間、すなわち前記検出電線14が発生する磁場が最も強く分布する領域において前記IC化されたマグネット-インダクティブ磁気検出器3を収納配置した小型の直方体のパッケージ40の1つの平坦面S40に対して絶縁体のスペーサ141を挟んで被検出電線14を当接するための該スペーサと一体構造をなすホルダ142により被検出電線14とマグネット-インダクティブ磁気検出器3とを所定の距離に保持されている。

20

【0049】

図10は、IC型マグネット-インダクティブ磁気検出器3の信号変換回路35の電気回路であり、基本的には図8に示される回路と同じであるが、磁場測定をさらに高精度化するために前記アモルファスワイヤ31に新たに巻回した負帰還コイル32aを含むフィードバック回路335を追加したところが異なる。

【0050】

本第3実施形態の電流センサは、前記パッケージ40の平坦面S40に当接する絶縁体のスペーサ141を挟んで被検出電線14を当接するための該スペーサと一体構造をなすホルダ142により被検出電線14とマグネット-インダクティブ磁気検出器24とを所定の距離に保持されているので、容易に安定かつ精度良く設定でき、かつ前述のごとく第3の効果により微小電流を強い磁場として捉えることで高感度でかつノイズ混入がなく高精度でしかも機械的にも安定な電流センサを安価な製品とすることが出来るという効果を奏する。

30

【0051】

また本第3実施形態の電流センサは、図10に示されるように増幅器330の出力端子に接続された抵抗器R335と前記負帰還コイル32aからなるフィードバック回路335は、いかなる磁場が印加されても前記アモルファスワイヤ31の内部磁場がつねにゼロとなるように負帰還電流を流すので、この負帰還により前記アモルファス素子31の動作点を変化させないため、非線形性のない非常に高精度な微小電流測定を可能にするという効果を奏する。

40

【0052】

上述の実施形態は、説明のために例示したもので、本発明としてはそれらに限定されるものではなく、特許請求の範囲、発明の詳細な説明および図面の記載から当業者が認識することができる本発明の技術的思想に反しない限り、変更および付加が可能である。

【0053】

たとえば上記の実施形態では電線位置をシールド内のほぼ中央部に配設し、また磁気シールドの断面形状を正方形とする図を示しているが、本発明ではこれらに限らず、測定する電流の大きさおよび電流センサとして要求される形状に応じて楕円形、長円形、波状他の

50

凹凸外形を有する花びら形状、多角形その他の任意の断面形状に変更できるとともに、シールド内における被検出電線の配設位置も中央および中心に限らず必要に応じて中心から偏心した位置または周縁に近い位置に配置することも可能である。

【0054】

上述の第2実施形態に関する第1の変形例は、測定できる電流の領域を拡大するために電流のレンジ切り換えを設けたもので、横断面を示す図11および縦断面図12に示されるように測定する3段階の電流の大きさに対応して通電する被検出電線14a、14b、14cを選択して使用するものである。

【0055】

前記電線14a、14b、14cを流れる各電流が、マグネット-インダクティブ磁気検出器に与える磁場の強さを所定の値とするために、前記電線14a、14b、14cの各被検出電線をホルダ142およびスペーサ141によりマグネット-インダクティブ磁気検出器から所定の距離離れた位置に安定に配設することを可能にするとともに、大電流になるにしたがってパッケージ40に収納されているマグネット-インダクティブ磁気検出器と電線の距離は大である。

【0056】

上述の第2実施形態に関する第2変形例は、図13に示されるように通電されている既設の電線すなわち被検出電線を切断することなく簡便に電流の測定ができる装置として具体化した例である。

【0057】

すなわち、シールド2を相対的に揺動し得る222と223の二部材に2分割し、空隙221を有する一方のシールド222と粘弾性材料からなるホルダ142とを非磁性材料からなるピンチ機構150の一方の腕151aに取り付けるとともにもう一方のシールド223の上に配設されるプリント基板145に電氣的に配線されたマグネット-インダクティブ磁気検出器を含んだパッケージ40およびスペーサ141が前記ピンチ機構のもう一方の腕151bに配設される。前記スペーサ141は断面が凹字状の溝を持つ絶縁体であり、該溝部141aは前記被検出電線14を常に安定した位置で当接させるためのものである。

【0058】

前記ピンチ機構150のハンドル152a、152bの間に挿入したばね153の反発力により前記ピンチ機構の揺動腕151a、151bが互いに近づき、前記粘弾性のホルダ142により力を受けた前記被検出電線14が前記スペーサの溝部141aに当接する。これにより電線とマグネット-インダクティブ磁気検出器が常に安定に所定の距離に保たれる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の本第1実施形態の電流センサを示す斜視図である。

【図2】本第1実施形態の電流センサの磁気シールド内における磁場分布を説明するための説明図である。

【図3】本第1実施形態の電流センサにおける磁場測定の原理を説明するための説明図である。

【図4】本第1実施形態の電流センサにおける電気回路を示す回路図である。

【図5】本発明の本第2実施形態の電流センサにおけるIC型マグネット-インダクティブ磁気検出器3を収納したパッケージを示す平面図である。

【図6】本第2実施形態の電流センサを示す縦断面図である。

【図7】本第2実施形態の電流センサを示す横断面図である。

【図8】本第2実施形態の電流センサにおける電気回路を示す回路図である。

【図9】本発明の第3実施形態の電流センサを示す横断面図である。

【図10】本第3実施形態の電流センサにおける電気回路を示す回路図である。

【図11】本第2実施形態の第1変形例の電流センサを示す横断面図である。

【図12】本第2実施形態の第1変形例の電流センサを示す縦断面図である。

10

20

30

40

50

【図13】本第2実施形態の第2変形例の電流センサを示す要部断面図である。

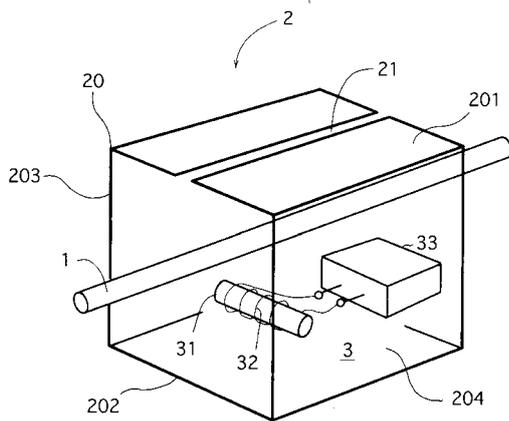
【図14】従来の電流センサを示す断面図である。

【図15】従来の電流センサの磁気シールド内における磁場分布を説明するための説明図である。

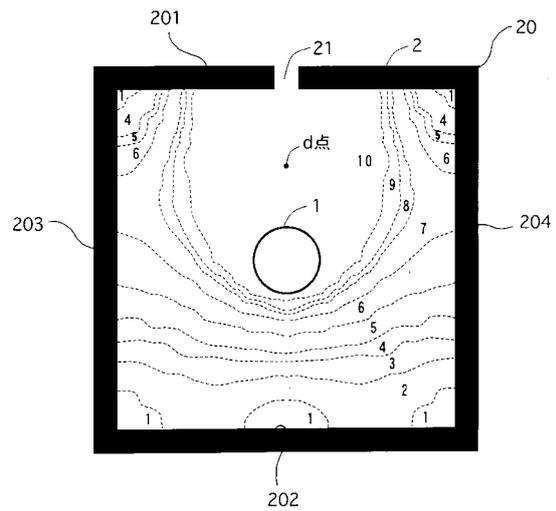
【符号の説明】

- 1 被検出電線
- 2 磁気シールド
- 20 包囲シールド壁
- 21 空隙
- 201 上壁面
- 202 下壁面
- 3 マグネット・インダクティブ磁気検出器
- 31 アモルファス素子
- 32 検出コイル
- 33 信号変換回路

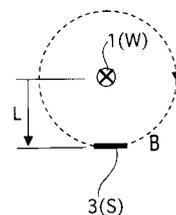
【図1】



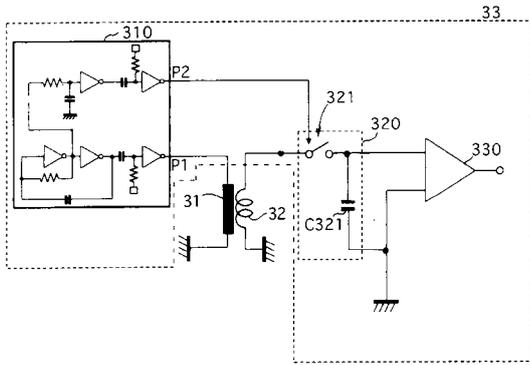
【図2】



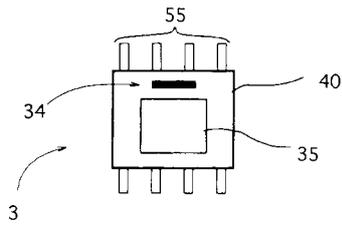
【図3】



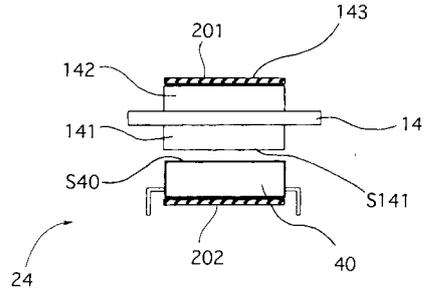
【 図 4 】



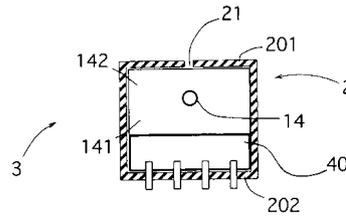
【 図 5 】



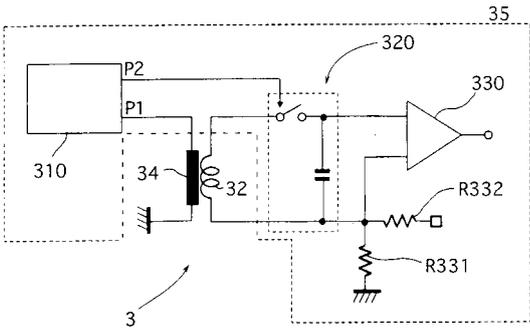
【 図 6 】



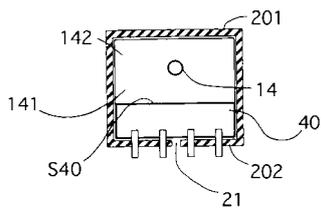
【 図 7 】



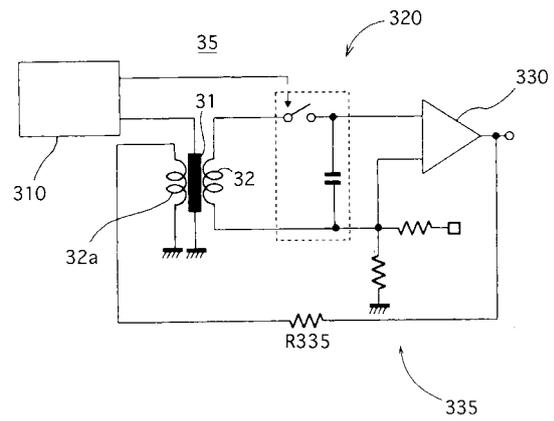
【 図 8 】



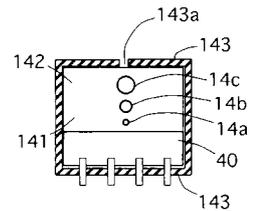
【 図 9 】



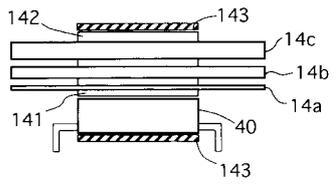
【 図 10 】



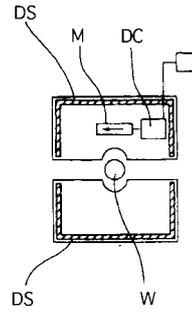
【 図 11 】



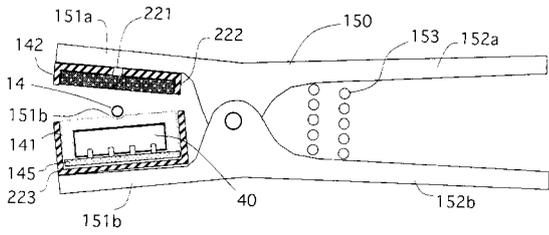
【 図 1 2 】



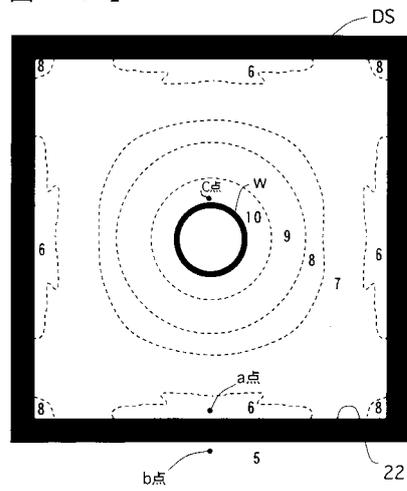
【 図 1 4 】



【 図 1 3 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 鷺見 和正

愛知県名古屋市緑区鳴海町字鏡田 1 3 番地の 2 9 7

(72)発明者 山本 道治

愛知県碧南市天王町 4 丁目 1 5 番地

Fターム(参考) 2G017 AA13 AB01 AC01 AD04 AD05 BA11

2G025 AA00 AB00 AC04

2G035 AA08 AB04 AD18