

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

WO2009/031456

発行日 平成22年12月16日 (2010. 12. 16)

(43) 国際公開日 平成21年3月12日 (2009. 3. 12)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/00 3 2 0 Z 4 C 0 6 1
 A 6 1 B 1/00 3 2 0 B

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 47 頁)

出願番号 特願2009-531202 (P2009-531202)
 (21) 国際出願番号 PCT/JP2008/065450
 (22) 国際出願日 平成20年8月28日 (2008. 8. 28)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-233321 (P2007-233321)
 (32) 優先日 平成19年9月7日 (2007. 9. 7)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

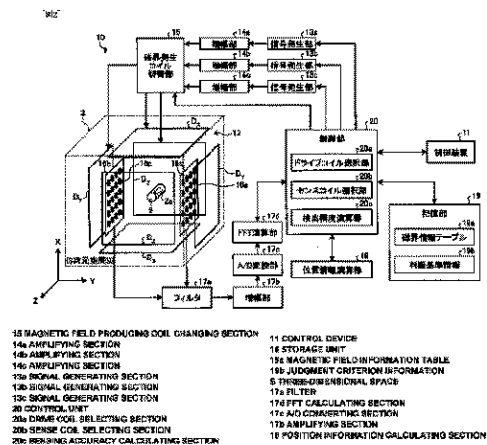
(71) 出願人 304050923
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 千葉 淳
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内
 (72) 発明者 木村 敦志
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内
 (72) 発明者 佐藤 良次
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置検出装置、医療装置誘導システム、位置検出方法、および医療装置誘導方法

(57) 【要約】

本発明は、LCマーカを内蔵した検知体の位置検出処理を安定して行うことができることを目的とする。本発明にかかる位置検出装置10は、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z と、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中からカプセル型内視鏡2内部のLCマーカ2aに磁界を印加するドライブコイルを切り替える磁界発生コイル切替部15と、ドライブコイルの選択条件に関する所定の情報を記憶する記憶部19と、制御部20とを備え、このLCマーカ2aからの誘導磁界の検出結果をもとにカプセル型内視鏡2の位置を検出する。制御部20は、この所定の情報をもとにドライブコイルの選択条件を決定し、この決定した選択条件を満足するドライブコイルを複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から選択し、この選択したドライブコイルに切り替えるように磁界発生コイル切替部15を制御する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも一つの内蔵コイルを含む回路を備える検知体と、
前記検知体の検出空間に対し、第 1 の磁界を発生させる少なくとも一つの磁界発生コイルを備える第 1 の磁界発生部と、
前記第 1 の磁界によって前記内蔵コイルから発生される誘導磁界を検出する複数の検出コイルと、
前記第 1 の磁界発生部の磁界発生コイルのうち、動作させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択する磁界発生コイル切替部と、
前記第 1 の磁界発生部の磁界発生コイルのうち、動作させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択するための所定の情報を記憶する記憶部と、
前記検知体の位置および方向の少なくとも一つと前記所定の情報とをもとに、前記第 1 の磁界発生部の磁界発生コイルのうち、動作する前記少なくとも一つの磁界発生コイルを選択するように前記磁界発生コイル切替部を制御する制御部と、
を備えたことを特徴とする位置検出装置。

10

【請求項 2】

前記制御部は、前記所定の情報をもとに、前記磁界発生コイルをヒステリシス的に選択することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 3】

前記所定の情報は、選択した前記磁界発生コイルの連続動作時間であることを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

20

【請求項 4】

前記所定の情報は、前記磁界発生コイルの選択順序であることを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 5】

前記所定の情報は、複数の前記磁界発生コイルの発生する前記第 1 の磁界の情報であることを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 6】

前記少なくとも一つの磁界発生コイルに交流信号を出力する少なくとも一つの信号発生部を備え、

30

前記制御部は、前記磁界発生コイルの選択を行う際に、駆動状態の前記信号発生部の出力を停止させ、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を解除し、さらに所定の時間が経過した後、選択した前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を行い、所定の時間が経過した後、選択した前記信号発生部の出力を開始することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 7】

駆動状態であった前記磁界発生コイルと選択した前記磁界発生コイルとは、同一の磁界発生コイルであることを特徴とする請求項 6 に記載の位置検出装置。

【請求項 8】

前記少なくとも一つの磁界発生コイルに交流信号を出力する少なくとも一つの信号発生部を備え、

40

前記制御部は、前記磁界発生コイルの選択を行う際に、選択した前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を行い、所定の時間が経過した後、選択した前記信号発生部の出力を開始し、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記信号発生部の出力を停止させ、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を解除することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 9】

前記複数の検出コイルによって検出した前記誘導磁界の検出結果をデジタル信号に変換

50

する A / D 変換部と、

前記デジタル信号に変換した検出結果を高速フーリエ変換する FFT 演算部と、
を備え、

前記制御部は、前記磁界発生コイル切替部が磁界発生コイルの選択を行っている期間、前記 A / D 変換部および前記 FFT 演算部のうちの少なくとも一つの動作を停止することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 10】

前記複数の検出コイルの検出結果をもとに前記検知体の位置および方向を算出する位置方向算出部を備え、

前記制御部は、前記磁界発生コイル切替部が磁界発生コイルの選択を行っている期間、前記位置方向算出部による位置および方向の計算を停止することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 11】

前記制御部は、選択した前記磁界発生コイルに応じて、有効な前記検出コイルを選択することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 12】

前記検出コイルは、さらに前記第 1 の磁界を検出し、

前記制御部は、前記検出コイルが検出した前記第 1 の磁界の検出結果に応じて、有効な前記検出コイルを選択することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 13】

少なくとも一つの内蔵コイルを含む回路と磁石とを備える検知体である医療装置と、請求項 1 ~ 12 のいずれか一つに記載の位置検出装置と、前記磁石に作用させて前記医療装置を誘導する第 2 の磁界を発生する第 2 の磁界発生部と、

を備えたことを特徴とする医療装置誘導システム。

【請求項 14】

少なくとも一つの内蔵コイルを含む回路を備える検知体の検出空間に対して第 1 の磁界を発生させる第 1 の磁界発生ステップと、

前記第 1 の磁界によって前記内蔵コイルから発生される誘導磁界を複数の検出コイルによって検出する誘導磁界検出ステップと、

前記誘導磁界の検出結果をもとに前記検知体の位置および方向の少なくとも一つを算出する位置方向算出ステップと、

前記検知体の位置および方向の少なくとも一つと動作させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択するための所定の情報とをもとに、前記第 1 の磁界を発生させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択する磁界発生コイル選択ステップと、

前記磁界発生コイル選択ステップによって選択した磁界発生コイルに切り替えるように磁界発生コイル切替部を制御する制御ステップと、

を含むことを特徴とする位置検出方法。

【請求項 15】

前記磁界発生コイル選択ステップは、前記所定の情報をもとに前記磁界発生コイルをヒステリシスの選択することを特徴とする請求項 14 に記載の位置検出方法。

【請求項 16】

前記少なくとも一つの磁界発生コイルに交流信号を出力する少なくとも一つの信号発生部を選択する信号発生部選択ステップを含み、

前記制御ステップは、駆動状態の前記磁界発生コイルに交流信号を出力する駆動状態の信号発生部の出力を停止し、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を解除し、さらに所定の時間が経過した後、前記磁界発生コイル選択ステップによって選択された前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を行い、所定の時間が経過した後、前記信号発生部選択ステップによって選択された前記信号発生部に交流信号の出力を開始させることを特徴とする請求項 1

4に記載の位置検出方法。

【請求項17】

前記少なくとも一つの磁界発生コイルに交流信号を出力する少なくとも一つの信号発生部を選択する信号発生部選択ステップを含み、

前記制御ステップは、前記磁界発生コイル選択ステップによって選択された前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部とを接続し、所定の時間が経過した後、前記信号発生部選択ステップによって選択された前記信号発生部の出力を開始し、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記信号発生部の出力を停止させ、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を解除することを特徴とする請求項14に記載の位置検出方法。

10

【請求項18】

前記複数の検出コイルによって検出した前記誘導磁界の検出結果をA/D変換部によってデジタル信号に変換するA/D変換ステップと、

前記デジタル信号に変換した検出結果をFFT演算部によって高速フーリエ変換するFFT演算ステップと、

を含み、

前記制御ステップは、前記磁界発生コイル切替部が磁界発生コイルの選択を行っている期間、前記A/D変換部および前記FFT演算部のうちの少なくとも一つの動作を停止することを特徴とする請求項14に記載の位置検出方法。

【請求項19】

20

前記磁界発生コイル選択ステップによって選択した前記磁界発生コイルに応じて、有効な前記検出コイルを選択する検出コイル選択ステップを含むことを特徴とする請求項14に記載の位置検出方法。

【請求項20】

少なくとも一つの内蔵コイルを含む回路を備える検知体である医療装置の検出空間に対して第1の磁界を発生させる第1の磁界発生ステップと、

前記第1の磁界によって前記内蔵コイルから発生される誘導磁界を複数の検出コイルによって検出する誘導磁界検出ステップと、

前記誘導磁界の検出結果をもとに前記検知体の位置および方向の少なくとも一つを算出する位置方向算出ステップと、

30

前記検知体の位置および方向の少なくとも一つと動作させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択するための所定の情報とをもとに、前記第1の磁界を発生させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択する磁界発生コイル選択ステップと、

前記磁界発生コイル選択ステップによって選択した磁界発生コイルに切り替えるように磁界発生コイル切替部を制御する制御ステップと、

前記磁石に作用させて前記医療装置を誘導する第2の磁界を発生する第2の磁界発生ステップと、

を含むことを特徴とする医療装置誘導方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、検知体に内蔵したコイルとコンデンサとの共振回路（以下、LCマーカという）に対して磁界を印加して、このLCマーカに誘導磁界を発生させ、この誘導磁界を検出して検知体の位置を検出する位置検出装置、医療装置誘導システム、位置検出方法、および医療装置誘導方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、患者等の被検体の消化管内に導入可能なカプセル型医療装置が登場している。カプセル型医療装置は、被検体の口から飲み込まれた後、蠕動運動等によって消化管内を移動しつつ被検体の体内画像等の体内情報を取得し、取得した体内情報を被検体外部の

50

受信装置に無線送信する。かかるカプセル型医療装置は、被検体の消化管内部に導入されてから被検体外部に自然排出されるまでの間、この被検体の体内情報を順次取得する。

【 0 0 0 3 】

また、かかるカプセル型医療装置に LC マーカを内蔵し、この LC マーカを用いて被検体内部におけるカプセル型医療装置の位置を検出する LC マーカ方式の位置検出装置が登場している。具体的には、LC マーカ方式の位置検出装置は、磁界を発生する磁界発生コイル（以下、ドライブコイルという）と磁界を検出する検出コイル（以下、センスコイルという）とを備え、ドライブコイルによって発生した磁界をカプセル型医療装置内部の LC マーカに印加し、これによって LC マーカが発した誘導磁界をセンスコイルによって検出し、この検出した誘導磁界に基づいて被検体内部におけるカプセル型医療装置の位置を検出する。

10

【 0 0 0 4 】

かかる位置検出装置には、異なる磁界を発生する複数のドライブコイルを備え、検出したカプセル型医療装置の位置に応じて、このカプセル型医療装置内部の LC マーカに磁界を印加するドライブコイルを切り替えるもの（例えば、特許文献 1 参照）があれば、複数のセンスコイルを備え、カプセル型医療装置内部の LC マーカが発した誘導磁界の検出値が高いセンスコイルから選択的に用いてカプセル型医療装置の位置を検出するものもある（例えば、特許文献 2 参照）。

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 1 7 5 3 1 7 号公報

20

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 2 7 1 5 2 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、上述した従来の位置検出装置では、LC マーカを内蔵したカプセル型医療装置に例示される検知体の変位する都度、この検知体の位置に応じてドライブコイルを短時間に繰り返し切り替える事態が頻繁に生じ、これに起因して、ドライブコイルの切り替え後の過渡特性や温度特性が不安定になるとともに、ドライブコイルから発生した不安定な磁界が LC マーカに印加され、この結果、検知体の位置検出処理が不安定になるという問題点があった。

30

【 0 0 0 7 】

また、LC マーカからの誘導磁界の検出値が上位のセンスコイルを単に選択しているの、磁界を発生させたドライブコイルの近傍に位置することに起因して磁界の検出値が飽和するセンスコイルを選択する可能性があり、これに起因して、LC マーカからの誘導磁界の検出値の信頼性が低下し、この結果、検知体の位置検出処理が不安定になるという問題点があった。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、LC マーカを内蔵した検知体の位置検出処理を安定して行うことができる位置検出装置、医療装置誘導システム、位置検出方法、および医療装置誘導方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる位置検出装置は、少なくとも一つの内蔵コイルを含む回路を備える検知体と、前記検知体の検出空間に対し、第 1 の磁界を発生させる少なくとも一つの磁界発生コイルを備える第 1 の磁界発生部と、前記第 1 の磁界によって前記内蔵コイルから発生される誘導磁界を検出する複数の検出コイルと、前記第 1 の磁界発生部の磁界発生コイルのうち、動作させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択する磁界発生コイル切替部と、前記第 1 の磁界発生部の磁界発生コイルのうち、動作させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択するための所定の情報を記憶する記憶部と、前記検知体の位置および方向の少なくとも一つと前記所定の情報とをもと

50

に、前記第1の磁界発生部の磁界発生コイルのうち、動作する前記少なくとも一つの磁界発生コイルを選択するように前記磁界発生コイル切替部を制御する制御部と、を備えたことを特徴とする。

【0010】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記制御部は、前記所定の情報をもとに、前記磁界発生コイルをヒステリシス的に選択することを特徴とする。

【0011】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記所定の情報は、選択した前記磁界発生コイルの連続動作時間であることを特徴とする。

【0012】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記所定の情報は、前記磁界発生コイルの選択順序であることを特徴とする。

【0013】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記所定の情報は、複数の前記磁界発生コイルの発生する前記第1の磁界の情報であることを特徴とする。

【0014】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記少なくとも一つの磁界発生コイルに交流信号を出力する少なくとも一つの信号発生部を備え、前記制御部は、前記磁界発生コイルの選択を行う際に、駆動状態の前記信号発生部の出力を停止させ、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を解除し、さらに所定の時間が経過した後、選択した前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を行い、所定の時間が経過した後、選択した前記信号発生部の出力を開始することを特徴とする。

【0015】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記の発明において、駆動状態であった前記磁界発生コイルと選択した前記磁界発生コイルとは、同一の磁界発生コイルであることを特徴とする。

【0016】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記少なくとも一つの磁界発生コイルに交流信号を出力する少なくとも一つの信号発生部を備え、前記制御部は、前記磁界発生コイルの選択を行う際に、選択した前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を行い、所定の時間が経過した後、選択した前記信号発生部の出力を開始し、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記信号発生部の出力を停止させ、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を解除することを特徴とする。

【0017】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記複数の検出コイルによって検出した前記誘導磁界の検出結果をデジタル信号に変換するA/D変換部と、前記デジタル信号に変換した検出結果を高速フーリエ変換するFFT演算部と、を備え、前記制御部は、前記磁界発生コイル切替部が磁界発生コイルの選択を行っている期間、前記A/D変換部および前記FFT演算部のうちの少なくとも一つの動作を停止することを特徴とする。

【0018】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記複数の検出コイルの検出結果をもとに前記検知体の位置および方向を算出する位置方向算出部を備え、前記制御部は、前記磁界発生コイル切替部が磁界発生コイルの選択を行っている期間、前記位置方向算出部による位置および方向の計算を停止することを特徴とする。

【0019】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記制御部は、選択した前記磁界発生コイルに応じて、有効な前記検出コイルを選択することを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記検出コイルは、さらに前記第1の磁界を検出し、前記制御部は、前記検出コイルが検出した前記第1の磁界の検出結果に応じて、有効な前記検出コイルを選択することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

また、本発明にかかる医療装置誘導システムは、少なくとも一つの内蔵コイルを含む回路と磁石とを備える検知体である医療装置と、上記の発明のうちのいずれか一つである位置検出装置と、前記磁石に作用させて前記医療装置を誘導する第2の磁界を発生する第2の磁界発生部と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

また、本発明にかかる位置検出方法は、少なくとも一つの内蔵コイルを含む回路を備える検知体の検出空間に対して第1の磁界を発生させる第1の磁界発生ステップと、前記第1の磁界によって前記内蔵コイルから発生される誘導磁界を複数の検出コイルによって検出する誘導磁界検出ステップと、前記誘導磁界の検出結果をもとに前記検知体の位置および方向の少なくとも一つを算出する位置方向算出ステップと、前記検知体の位置および方向の少なくとも一つと動作させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択するための所定の情報をもとに、前記第1の磁界を発生させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択する磁界発生コイル選択ステップと、前記磁界発生コイル選択ステップによって選択した磁界発生コイルに切り替えるように磁界発生コイル切替部を制御する制御ステップと、を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

また、本発明にかかる位置検出方法は、上記の発明において、前記磁界発生コイル選択ステップは、前記所定の情報をもとに前記磁界発生コイルをヒステリシス的に選択することを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

また、本発明にかかる位置検出方法は、上記の発明において、前記少なくとも一つの磁界発生コイルに交流信号を出力する少なくとも一つの信号発生部を選択する信号発生部選択ステップを含み、前記制御ステップは、駆動状態の前記磁界発生コイルに交流信号を出力する駆動状態の信号発生部の出力を停止し、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を解除し、さらに所定の時間が経過した後、前記磁界発生コイル選択ステップによって選択された前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を行い、所定の時間が経過した後、前記信号発生部選択ステップによって選択された前記信号発生部に交流信号の出力を開始させることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、本発明にかかる位置検出方法は、上記の発明において、前記少なくとも一つの磁界発生コイルに交流信号を出力する少なくとも一つの信号発生部を選択する信号発生部選択ステップを含み、前記制御ステップは、前記磁界発生コイル選択ステップによって選択された前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部とを接続し、所定の時間が経過した後、前記信号発生部選択ステップによって選択された前記信号発生部の出力を開始し、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記信号発生部の出力を停止させ、所定の時間が経過した後、駆動状態であった前記磁界発生コイルと前記磁界発生コイル切替部との接続を解除することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

また、本発明にかかる位置検出方法は、上記の発明において、前記複数の検出コイルによって検出した前記誘導磁界の検出結果をA/D変換部によってデジタル信号に変換するA/D変換ステップと、前記デジタル信号に変換した検出結果をFFT演算部によって高速フーリエ変換するFFT演算ステップと、を含み、前記制御ステップは、前記磁界発生コイル切替部が磁界発生コイルの選択を行っている期間、前記A/D変換部および前記FFT演算部のうちの少なくとも一つの動作を停止することを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

また、本発明にかかる位置検出方法は、上記の発明において、前記磁界発生コイル選択ステップによって選択した前記磁界発生コイルに応じて、有効な前記検出コイルを選択する検出コイル選択ステップを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

また、本発明にかかる医療装置誘導方法は、少なくとも一つの内蔵コイルを含む回路を備える検知体である医療装置の検出空間に対して第1の磁界を発生させる第1の磁界発生ステップと、前記第1の磁界によって前記内蔵コイルから発生される誘導磁界を複数の検出コイルによって検出する誘導磁界検出ステップと、前記誘導磁界の検出結果をもとに前記検知体の位置および方向の少なくとも一つを算出する位置方向算出ステップと、前記検知体の位置および方向の少なくとも一つと動作させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択するための所定の情報をもとに、前記第1の磁界を発生させる少なくとも一つの磁界発生コイルを選択する磁界発生コイル選択ステップと、前記磁界発生コイル選択ステップによって選択した磁界発生コイルに切り替えるように磁界発生コイル切替部を制御する制御ステップと、前記磁石に作用させて前記医療装置を誘導する第2の磁界を発生する第2の磁界発生ステップと、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 2 9 】

本発明によれば、予め記憶部に保存した所定の情報をもとにドライブコイルの選択条件を決定し、この決定した選択条件を満足するドライブコイルを複数のドライブコイルの中から選択し、この選択したドライブコイルが検知体内部のLCマーカに磁界を印加するようにドライブコイル切替動作を制御し、この磁界によってLCマーカが放出した誘導磁界を複数のセンスコイルによって検出し、かかる複数のセンスコイルによる誘導磁界の磁界強度検出結果をもとに検知体の位置情報を検出するので、これら複数のドライブコイルの中から、所定の3次元空間内におけるLCマーカの位置および方向に応じて最適なドライブコイルを選択できるとともに、この3次元空間内において変位する検知体の位置に応じて駆動状態のドライブコイルを短時間に繰り返し切り替える事態を防止することができる。この結果、ドライブコイルの切り替え後の過渡特性および温度特性を安定化できるとともに、LCマーカを内蔵した検知体の位置検出処理を安定して行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 0 】

【図1】図1は、本発明の実施の形態にかかるカプセル誘導システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態にかかる位置検出装置の一構成例を模式的に示すブロック図である。

【図3】図3は、駆動状態のドライブコイルをヒステリシス的に選択するドライブコイル選択部の処理手順を例示するフローチャートである。

【図4】図4は、駆動状態のドライブコイルをヒステリシス的に選択するドライブコイル選択部の動作を具体的に説明するための模式図である。

【図5】図5は、ドライブコイルの切替制御タイミングを例示するタイミングチャートである。

【図6】図6は、位置情報算出処理に有効なセンスコイルを選択するセンスコイル選択部の処理手順を例示するフローチャートである。

【図7】図7は、キャリブレーション値が飽和状態または略零値である不適切なセンスコイルを説明するための模式図である。

【図8】図8は、複数組のドライブコイルを有する磁界発生部の一構成例を模式的に示す斜視図である。

【図9】図9は、円筒形状の磁界発生部の縦断面のうちのドライブコイルの取り付け部分を示す断面模式図である。

10

20

30

40

50

【図10】図10は、円筒形状の磁界発生部の横断面のうちのドライブコイル取り付け部分を示す断面模式図である。

【図11】図11は、複数組のドライブコイルを取り付ける円筒部材の一構成例を示す模式図である。

【図12】図12は、円筒部材の溝部にドライブコイルを押しあわせる押え治具の一構成例を示す模式図である。

【図13】図13は、押え治具の一部であるL治具の一構成例を示す模式図である。

【図14】図14は、円筒部材にL治具を取り付ける状態を示す模式図である。

【図15】図15は、押え治具の一部であるR治具の一構成例を示す模式図である。

【図16】図16は、円筒部材の溝部にドライブコイルを固定配置する作業手順を例示するフローチャートである。

10

【図17】図17は、ドライブコイルの辺部に対する押え治具の位置調整を示す模式図である。

【図18】図18はドライブコイルのコーナー部に対する押え治具の位置調整を示す模式図である。

【図19】図19は、押え治具によってドライブコイルを溝部に押しあわせる手順を説明するための模式図である。

【図20】図20は、補正部材によってドライブコイルの湾曲形状部を直線形状に補正する状態を示す模式図である。

【図21】図21は、本発明の実施の形態にかかる位置検出装置の一変形例を模式的に示すブロック図である。

20

【図22】図22は、ドライブコイルの切替制御タイミングの変形例を示すタイミングチャートである。

【図23】図23は、ドライブコイルを固定配置する溝部の一変形例を示す断面模式図である。

【符号の説明】

【0031】

- 1 カプセル誘導システム
- 2 カプセル型内視鏡
- 2 a LCマーカ
- 3 磁界発生装置
- 4 コイル用電源
- 5 受信アンテナ
- 6 受信部
- 7 入力部
- 8 表示部
- 9 記憶部
- 10 位置検出装置
- 11 制御装置
- 12 磁界発生部
- 13 a ~ 13 c 信号発生部
- 14 a ~ 14 c 増幅部
- 15 磁界発生コイル切替部
- 16 a , 16 b 磁界検出部
- 16 c , 16 c - 1 , 16 c - 2 センスコイル
- 17 a フィルタ
- 17 b 増幅部
- 17 c A / D変換部
- 17 d FFT演算部
- 18 位置情報演算部

30

40

50

19 記憶部
 19 a 磁界情報テーブル
 19 b 判断基準情報
 20 制御部
 20 a ドライブコイル選択部
 17 e , 20 b センスコイル選択部
 20 c 検出精度演算部
 31 円筒部材
 32 a、32 b、32 c、32 d、32 e、32 f 溝部
 32 h 逃げ溝
 33 a、33 c - 1、33 c - 2、33 c - 3、33 c - 4 壁部
 33 c - 5 配線引出部
 34 接着剤
 35 補正部材
 41 押え治具
 42 a、42 b L 治具
 43 a、43 b R 治具
 44 コーナー押え治具
 D_x、D_y、D_z ドライブコイル
 S 3次元空間

10

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、本発明を実施するための最良の形態である位置検出装置、医療装置誘導システム、位置検出方法、および医療装置誘導方法について説明する。なお、以下では、カプセル型医療装置の一例であるカプセル型内視鏡を磁界によって磁気誘導するカプセル誘導システムを例示して、検知体であるこのカプセル型内視鏡の位置をLCマーカ方式によって検出する位置検出装置を説明するが、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

【0033】

(実施の形態)

図1は、本発明の実施の形態にかかるカプセル誘導システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。図1に示すように、この実施の形態にかかるカプセル誘導システム1は、患者等の被検体の消化管内部の画像(以下、体内画像という場合がある)を撮像するカプセル型内視鏡2と、被検体内部に導入されたカプセル型内視鏡2を磁気誘導するための磁界を発生する磁界発生装置3と、磁界発生装置3のコイル(電磁石)に対して電流を供給するコイル用電源4と、を備える。また、カプセル誘導システム1は、被検体の体表面上に配置される複数の受信アンテナ5と、これら複数の受信アンテナ5を介してカプセル型内視鏡2からの無線信号を受信する受信部6と、各種情報を入力する入力部7と、体内画像等の各種情報を表示する表示部8と、体内画像等の各種情報を記憶する記憶部9と、被検体内部におけるカプセル型内視鏡2の位置情報をLCマーカ方式によって検出する位置検出装置10と、かかるカプセル誘導システム1の各構成部を制御する制御装置11と、を備える。

30

40

【0034】

カプセル型内視鏡2は、被検体の体内画像(被検体内情報の一例)を取得するカプセル型医療装置であり、撮像機能および無線通信機能を有する。カプセル型内視鏡2は、患者等の被検体(図示せず)の消化管内部に導入され、この被検体の消化管内部を移動しつつ体内画像を順次撮像する。そして、カプセル型内視鏡2は、かかる被検体の体内画像を含む画像信号を被検体外部の受信部6に順次無線送信する。かかるカプセル型内視鏡2は、永久磁石等の磁性体または電磁石(以下、単に磁石という)を内蔵し、磁界発生装置3が形成した磁界によって所望の動作を行いつつ誘導される。また、カプセル型内視鏡2は、

50

コイルおよびコンデンサを用いて形成された LC 共振回路である LC マーカ 2 a を内蔵する。LC マーカ 2 a は、後述する位置検出装置 1 0 によって印加された磁界に反応して誘導磁界を生成し、この生成した誘導磁界をカプセル型内視鏡 2 の外部に放出する。

【 0 0 3 5 】

磁界発生装置 3 は、ヘルムホルツコイル等の電磁石を複数組み合わせることで実現され、被検体内部のカプセル型内視鏡 2 を誘導可能な磁界を生成する。具体的には、磁界発生装置 3 は、直交する 3 軸（X 軸、Y 軸、Z 軸）による 3 軸直交座標系（以下、絶対座標系という）が規定され、この絶対座標系の各軸方向（X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向）に対して所望強度の磁界をそれぞれ生成する。磁界発生装置 3 は、絶対座標系の 3 次元空間 S（すなわち磁界発生装置 3 の複数の電磁石によって囲まれた空間）の内部に、ベッド等によって支持された被検体（図示せず）を位置させ、この絶対座標系の各軸方向の磁界によって形成される 3 次元の回転磁界または 3 次元の勾配磁界をこの被検体内部のカプセル型内視鏡 2 に対して印加する。これによって、磁界発生装置 3 は、このカプセル型内視鏡 2 内部の磁石を動かし、この磁石の動作に追従してカプセル型内視鏡 2 に所望の動作（前後進動作、平行移動動作、回転動作、方向変更動作等）を行わせつつ被検体内部の所望の位置にカプセル型内視鏡 2 を磁気誘導する。なお、かかる磁界発生装置 3 が発生する絶対座標系の各軸方向の磁界（すなわち回転磁界および勾配磁界）は、コイル用電源 4 から供給される交流電流（コイル用電源 4 からの通電量）によって制御される。

10

【 0 0 3 6 】

なお、かかる絶対座標系は、上述したように磁界発生装置 3 に対して規定した（すなわち磁界発生装置 3 に固定された）3 軸直交座標系であってもよいが、カプセル型内視鏡 2 を消化管内部に含む被検体（図示せず）に対して固定される 3 軸直交座標系であってもよいし、この被検体を支持するベッド等の支持体（図示せず）に対して固定される 3 軸直交座標系であってもよい。

20

【 0 0 3 7 】

コイル用電源 4 は、被検体内部のカプセル型内視鏡 2 に印加する磁界を発生させるための電流を磁界発生装置 3 に供給するためのものである。かかるコイル用電源 4 は、制御装置 1 1 の制御に基づいて、磁界発生装置 3 の複数の電磁石（コイル）に対して交流電流を供給し、上述した絶対座標系の各軸方向の磁界を発生させる。

【 0 0 3 8 】

複数の受信アンテナ 5 は、被検体内部に導入されたカプセル型内視鏡 2 からの無線信号を捕捉するためのものである。具体的には、複数の受信アンテナ 5 は、上述したカプセル型内視鏡 2 を消化管内部に導入する被検体の体表面上に適宜分散配置され、この消化管に沿って移動するカプセル型内視鏡 2 からの無線信号を補足する。複数の受信アンテナ 5 は、かかるカプセル型内視鏡 2 からの無線信号を受信部 6 に送出する。なお、かかるカプセル型内視鏡 2 からの無線信号は、カプセル型内視鏡 2 が撮像した被検体の体内画像を含む画像信号に対応する。

30

【 0 0 3 9 】

受信部 6 は、上述した複数の受信アンテナ 5 と接続され、これら複数の受信アンテナ 5 を介してカプセル型内視鏡 2 からの無線信号を受信する。この場合、受信部 6 は、これら複数の受信アンテナ 5 のうちの最も受信電界強度の高い受信アンテナを選択し、この選択した受信アンテナを介してカプセル型内視鏡 2 から受信した無線信号に対して復調処理等を行って、この無線信号に対応する画像信号を復調する。そして、受信部 6 は、この復調した画像信号を制御装置 1 1 に送出する。なお、かかる受信部 6 によって復調された画像信号は、上述したカプセル型内視鏡 2 が撮像した被検体の体内画像を含む。

40

【 0 0 4 0 】

入力部 7 は、キーボードおよびマウス等の入力デバイスを用いて実現され、医師または看護師等のユーザによる入力操作に応じて、制御装置 1 1 に各種情報を入力する。かかる入力部 7 が制御装置 1 1 に入力する各種情報は、例えば、制御装置 1 1 に対して指示する指示情報、被検体の患者情報、被検体の検査情報等である。ここで、かかる制御装置 1 1

50

に対する指示情報として、被検体内部に導入されたカプセル型内視鏡 2 の磁気誘導を指示する指示情報、体内画像等の各種情報を表示部 8 に表示させる指示情報、受信部 6 によるカプセル型内視鏡 2 からの無線信号の受信開始または受信終了を指示する指示情報等が例示される。

【 0 0 4 1 】

なお、被検体の患者情報は、被検体を特定する特定情報であり、例えば、被検体の患者名、患者 ID、生年月日、性別、年齢等である。また、被検体の検査情報は、被検体に対して実施されるカプセル型内視鏡検査（消化管内部にカプセル型内視鏡 2 を導入して消化管内部を観察するための検査）を特定する特定情報であり、例えば、検査 ID、検査日等である。

【 0 0 4 2 】

表示部 8 は、CRT ディスプレイまたは液晶ディスプレイ等の各種ディスプレイを用いて実現され、制御装置 11 によって表示指示された各種情報を表示する。具体的には、表示部 8 は、カプセル型内視鏡 2 が撮像した被検体の体内画像群、被検体の患者情報、および被検体の検査情報等のカプセル型内視鏡検査に有用な情報を表示する。また、表示部 8 は、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の位置情報等のカプセル型内視鏡 2 の磁気誘導に有用な情報を表示する。

【 0 0 4 3 】

記憶部 9 は、RAM、EEPROM、フラッシュメモリ、またはハードディスク等の書き換え可能に情報を保存する各種記憶メディアを用いて実現される。記憶部 9 は、制御装置 11 が記憶指示した各種情報を記憶し、記憶した各種情報の中から制御装置 11 が読み出し指示した情報を制御装置 11 に送出する。かかる記憶部 9 は、制御装置 11 の制御に基づいて、被検体の体内画像群と、被検体の患者情報および検査情報と、位置検出装置 10 が検出したカプセル型内視鏡 2 の位置情報とを記憶する。

【 0 0 4 4 】

位置検出装置 10 は、制御装置 11 の制御に基づいて、上述した絶対座標系の 3 次元空間内部におけるカプセル型内視鏡 2 の位置および姿勢（方向）を 3 次元的に検出する。具体的には、位置検出装置 10 は、絶対座標系の 3 次元空間内部に位置するカプセル型内視鏡 2 の LC マーカ 2 a に対して磁界を印加して LC マーカ 2 a に誘導磁界を放出させ、この LC マーカ 2 a が放出した誘導磁界を検出する。位置検出装置 10 は、かかる LC マーカ 2 a から検出した誘導磁界の検出結果を取得する都度、この取得した誘導磁界の検出結果をもとに、上述した絶対座標系におけるカプセル型内視鏡 2 の空間座標と方向ベクトル（例えばカプセル型内視鏡 2 の長手軸方向の方向ベクトル）とを算出する。位置検出装置 10 は、かかる絶対座標系におけるカプセル型内視鏡 2 の空間座標および方向ベクトルをもとに、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の位置情報を 3 次元的に検出する。位置検出装置 10 は、このように検出したカプセル型内視鏡 2 の位置情報を制御装置 11 に送出する。なお、かかる位置検出装置 10 が検出した位置情報には、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の現在位置および現在姿勢（方向）の各情報が含まれる。

【 0 0 4 5 】

なお、かかるカプセル型内視鏡 2 の姿勢は、カプセル型内視鏡 2 が有するカプセル型筐体の長手軸方向と、このカプセル型筐体の径方向（カプセル型筐体の長手軸方向に対して垂直な直交 2 軸方向）によって規定されるカプセル型内視鏡 2 の長手軸中心の回転状態によって決定される。

【 0 0 4 6 】

制御装置 11 は、カプセル誘導システム 1 の各構成部（磁界発生装置 3、コイル用電源 4、受信部 6、入力部 7、表示部 8、記憶部 9、および位置検出装置 10）の動作を制御し、かかる各構成部間における信号の入出力を制御する。具体的には、制御装置 11 は、入力部 7 によって入力された指示情報に基づいて、上述した受信部 6、位置検出装置 10、表示部 8、および記憶部 9 の各動作を制御する。また、制御装置 11 は、入力部 7 によって入力された指示情報に基づいて、磁界発生装置 3 に対するコイル用電源 4 の通電量を

制御し、このコイル用電源 4 の制御を通して、上述した磁界発生装置 3 の磁界発生動作を制御する。これによって、制御装置 11 は、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の磁気誘導を制御する。かかる制御装置 11 は、磁界発生装置 3 がカプセル型内視鏡 2 に対して磁界を印加するタイミングと、受信部 6 がカプセル型内視鏡 2 からの無線信号を受信するタイミングとが重ならないように、磁界発生装置 3 の動作タイミングと受信部 6 の動作タイミングとを制御する。

【0047】

また、制御装置 11 は、位置検出装置 10 からカプセル型内視鏡 2 の位置情報を取得し、この取得した位置情報（すなわち被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の現在位置および現在姿勢）を表示部 8 に表示させる。制御装置 11 は、位置検出装置 10 からカプセル型内視鏡 2 の位置情報を取得する都度、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の現在位置および現在姿勢を更新するように表示部 8 を制御する。

10

【0048】

さらに、制御装置 11 は、上述した受信部 6 によって復調された画像信号をもとに被検体の体内画像を生成（再構築）する画像処理機能を有する。具体的には、制御装置 11 は、受信部 6 から画像信号を取得し、この取得した画像信号に対して所定の画像処理を行って画像情報（すなわちカプセル型内視鏡 2 が撮像した被検体の体内画像）を生成する。制御装置 11 は、このように生成した被検体の体内画像を記憶部 9 に順次記憶させ、入力部 7 からの指示情報に基づいて、かかる被検体の体内画像群を表示部 8 に表示させる。

20

【0049】

つぎに、本発明の実施の形態にかかる位置検出装置 10 について説明する。図 2 は、本発明の実施の形態にかかる位置検出装置 10 の一構成例を模式的に示すブロック図である。図 2 に示すように、この実施の形態にかかる位置検出装置 10 は、カプセル型内視鏡 2 内部の LC マーカ 2 a に印加する磁界を発生する磁界発生部 12 と、磁界発生部 12 に印加する交流信号を発生する信号発生部 13 a ~ 13 c と、信号発生部 13 a ~ 13 c が出力した各交流信号を各々増幅する増幅部 14 a ~ 14 c と、カプセル型内視鏡 2 内部の LC マーカ 2 a に対して磁界を発生する磁界発生部 12 の磁界発生コイル（後述するドライブコイル D_x , D_y , D_z ）を切り替える磁界発生コイル切替部 15 と、を備える。また、位置検出装置 10 は、カプセル型内視鏡 2 内部の LC マーカ 2 a が放出した誘導磁界を検出する磁界検出部 16 a, 16 b と、磁界検出部 16 a, 16 b からの出力信号に含まれる不要な周波数成分を除去するフィルタ 17 a と、フィルタ 17 a からの出力信号を増幅する増幅部 17 b と、増幅部 17 b が増幅したアナログ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換部 17 c と、A/D 変換部 17 c によってデジタル化されたデジタル信号に対して高速フーリエ変換処理（FFT 処理）を行う FFT 演算部 17 d と、FFT 演算部 17 d によって FFT 処理されたデジタル信号をもとにカプセル型内視鏡 2 の位置情報を算出する位置情報演算部 18 と、を備える。さらに、位置検出装置 10 は、各種情報を記憶する記憶部 19 と、かかる位置検出装置 10 の各構成部を制御する制御部 20 とを備える。

30

【0050】

磁界発生部 12 は、上述した磁界発生装置 3 の内部空間、すなわち絶対座標系の 3 次元空間 S に配置され、この 3 次元空間 S に位置するカプセル型内視鏡 2 内部の LC マーカ 2 a に印加する磁界を発生する。具体的には、磁界発生部 12 は、ヘルムホルツコイルに例示されるように、複数組のドライブコイル D_x , D_y , D_z を組み合わせて実現される。

40

【0051】

一組のドライブコイル D_x は、絶対座標系の X 軸方向に対向する一対のコイルによって実現され、絶対座標系の X 軸方向の交番磁界を生成し、この生成した X 軸方向の交番磁界を LC マーカ 2 a に印加して LC マーカ 2 a に誘導磁界を発生させる。一組のドライブコイル D_y は、絶対座標系の Y 軸方向に対向する一対のコイルによって実現され、絶対座標系の Y 軸方向の交番磁界を生成し、この生成した Y 軸方向の交番磁界を LC マーカ 2 a に印加して LC マーカ 2 a に誘導磁界を発生させる。一組のドライブコイル D_z は、絶対座標系の Z 軸方向に対向する一対のコイルによって実現され、絶対座標系の Z 軸方向の交番

50

磁界を生成し、この生成したZ軸方向の交番磁界をLCマーカ2aに印加してLCマーカ2aに誘導磁界を発生させる。かかる複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の駆動状態（すなわちLCマーカ2aに対して磁界を発生している状態）は、後述する磁界発生コイル切替部15によって切り替えられる。かかる複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z のいずれかが発生させた磁界は、3次元空間S内部のLCマーカ2aのコイル軸方向を貫く磁界成分を有し、このLCマーカ2aに誘導磁界を発生させる。

【0052】

信号発生部13a～13cは、磁界発生部12の複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z に印加する交流信号を各々発生する。具体的には、信号発生部13aは、制御部20の制御に基づいて、一組のドライブコイル D_x に印加する交流信号を生成し、この生成した交流信号を増幅部14aに出力する。信号発生部13bは、制御部20の制御に基づいて、一組のドライブコイル D_y に印加する交流信号を生成し、この生成した交流信号を増幅部14bに出力する。信号発生部13cは、制御部20の制御に基づいて、一組のドライブコイル D_z に印加する交流信号を生成し、この生成した交流信号を増幅部14cに出力する。

10

【0053】

増幅部14a～14cは、信号発生部13a～13cが出力した各交流信号を増幅する。具体的には、増幅部14aは、信号発生部13aが出力した交流信号（一組のドライブコイル D_x に印加される交流信号）を増幅し、この増幅した交流信号を磁界発生コイル切替部15に出力する。増幅部14bは、信号発生部13bが出力した交流信号（一組のドライブコイル D_y に印加される交流信号）を増幅し、この増幅した交流信号を磁界発生コイル切替部15に出力する。増幅部14cは、信号発生部13cが出力した交流信号（一組のドライブコイル D_z に印加される交流信号）を増幅し、この増幅した交流信号を磁界発生コイル切替部15に出力する。

20

【0054】

磁界発生コイル切替部15は、3次元空間Sに位置するカプセル型内視鏡2内部のLCマーカ2aに磁界を印加する磁界発生部12の駆動状態を切り替える。具体的には、磁界発生コイル切替部15は、信号発生部13aと一組のドライブコイル D_x との接続状態と非接続状態とを切り替えるリレー（以下、ドライブコイル D_x のリレーという）と、信号発生部13bと一組のドライブコイル D_y との接続状態と非接続状態とを切り替えるリレー（以下、ドライブコイル D_y のリレーという）と、信号発生部13cと一組のドライブコイル D_z との接続状態と非接続状態とを切り替えるリレー（以下、ドライブコイル D_z のリレーという）とを有し、制御部20の制御に基づいて、かかるリレーのオン・オフ状態を各々切り替える。

30

【0055】

さらに具体的には、かかる磁界発生コイル切替部15は、ドライブコイル D_x のリレーをオン状態にした場合、増幅部14aを介して一組のドライブコイル D_x と信号発生部13aとを接続し、この増幅部14aによって増幅された交流信号（すなわち信号発生部13aが生成した交流信号）を一組のドライブコイル D_x に印加する。この場合、磁界発生コイル切替部15は、かかる一組のドライブコイル D_x を駆動状態（LCマーカ2aに磁界を印加する状態）に切り替える。また、かかる磁界発生コイル切替部15は、ドライブコイル D_x のリレーをオフ状態にした場合、この一組のドライブコイル D_x と信号発生部13aとの接続を解除して、この一組のドライブコイル D_x を非駆動状態（磁界を発生していない状態）に切り替える。

40

【0056】

一方、かかる磁界発生コイル切替部15は、ドライブコイル D_y のリレーをオン状態にした場合、増幅部14bを介して一組のドライブコイル D_y と信号発生部13bとを接続し、この増幅部14bによって増幅された交流信号（すなわち信号発生部13bが生成した交流信号）を一組のドライブコイル D_y に印加する。この場合、磁界発生コイル切替部15は、かかる一組のドライブコイル D_y を駆動状態に切り替える。また、かかる磁界発

50

生コイル切替部 15 は、ドライブコイル D_Y のリレーをオフ状態にした場合、この一組のドライブコイル D_Y と信号発生部 13 b との接続を解除して、この一組のドライブコイル D_Y を非駆動状態に切り替える。

【0057】

他方、かかる磁界発生コイル切替部 15 は、ドライブコイル D_Z のリレーをオン状態にした場合、増幅部 14 c を介して一組のドライブコイル D_Z と信号発生部 13 c とを接続し、この増幅部 14 c によって増幅された交流信号（すなわち信号発生部 13 c が生成した交流信号）を一組のドライブコイル D_Z に印加する。この場合、磁界発生コイル切替部 15 は、かかる一組のドライブコイル D_Z を駆動状態に切り替える。また、かかる磁界発生コイル切替部 15 は、ドライブコイル D_Z のリレーをオフ状態にした場合、この一組のドライブコイル D_Z と信号発生部 13 c との接続を解除して、この一組のドライブコイル D_Z を非駆動状態に切り替える。

【0058】

磁界検出部 16 a , 16 b は、カプセル型内視鏡 2 内部の LC マーカ 2 a が外部からの磁界に反応して放出した誘導磁界を検出する。具体的には、磁界検出部 16 a , 16 b は、例えばマトリックス状に配列された複数のセンスコイル 16 c を各々有し、上述した複数組のドライブコイル D_X , D_Y , D_Z によって囲まれた内部空間に、互いに対向した態様で配置される。かかる磁界検出部 16 a , 16 b の各センスコイル 16 c は、上述した複数組のドライブコイル D_X , D_Y , D_Z のいずれかの磁界に反応して LC マーカ 2 a が放出した誘導磁界を各々検出し、この検出した誘導磁界の磁界強度に対応する磁界強度信号を誘導磁界の検出結果としてフィルタ 17 a に各々出力する。なお、本実施の形態では、センスコイル 16 c の検出結果として磁界強度信号を用いているが、かかる検出結果は磁界強度に限定されない。例えば、磁界の位相などの磁界情報をセンスコイル 16 c の検出結果として用いてもよい。

【0059】

フィルタ 17 a は、かかる磁界検出部 16 a , 16 b の各センスコイル 16 c から出力された磁界強度信号に含まれる不要な周波数成分を除去し、不要な周波数成分を除去した磁界強度信号を増幅部 17 b に送出する。増幅部 17 b は、フィルタ 17 a からの出力信号である磁界強度信号を増幅し、この増幅した磁界強度信号を A/D 変換部 17 c に出力する。A/D 変換部 17 c は、増幅部 17 b によって増幅された磁界強度信号（アナログ信号）をデジタル信号に変換し、このデジタル化した磁界強度信号を FFT 演算部 17 d に送出する。FFT 演算部 17 d は、A/D 変換部 17 c によってデジタル変換された磁界強度信号に対して所定の FFT 処理を行い、この FFT 処理結果（すなわち LC マーカ 2 a が放出した誘導磁界の磁界強度検出結果）を制御部 20 に送出する。なお、かかる FFT 処理結果は、位置情報演算部 18 が行うカプセル型内視鏡 2 の位置情報算出処理に用いられる。

【0060】

位置情報演算部 18 は、上述した磁界検出部 16 a , 16 b の各センスコイル 16 c が検出した LC マーカ 2 a の誘導磁界の検出結果をもとに、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の位置情報を算出する。具体的には、位置情報演算部 18 は、上述した複数のセンスコイル 16 c の中から制御部 20 が選択した各センスコイルによる磁界強度検出結果（すなわち FFT 演算部 17 d による FFT 処理結果）をもとに、3次元空間 S 内部における LC マーカ 2 a の位置情報を算出する。これによって、位置情報演算部 18 は、この LC マーカ 2 a を内蔵するカプセル型内視鏡 2 の被検体内部における位置情報を算出する。なお、かかる位置情報演算部 18 が算出したカプセル型内視鏡 2 の位置情報には、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2（詳細には LC マーカ 2 a）の現在位置および現在姿勢（方向）の各情報が含まれる。位置情報演算部 18 は、算出したカプセル型内視鏡 2 の位置情報を制御部 20 に送出する。

【0061】

記憶部 19 は、制御部 20 の制御に基づいて各種情報を記憶する。具体的には、記憶部

19は、制御部20が上述した磁界発生コイル切替部15に切り替えさせる駆動状態のドライブコイル(ドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z のいずれか)を選択するための選択条件に関する所定の情報として、磁界情報テーブル19aおよび判断基準情報19bを記憶する。磁界情報テーブル19aは、上述した絶対座標系のX軸上の各位置、Y軸上の各位置、Z軸上の各位置に複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の各々が発生させる各磁界強度情報を示すルックアップテーブルである。判断基準情報19bは、制御部20が複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から磁界発生コイル切替部15に切り替えさせる駆動状態のドライブコイルをヒステリシス的に選択するために用いる1未満の係数A(以下、ヒステリシス係数Aという)を含む。また、記憶部19は、制御部20が記憶指示した情報、例えば位置情報演算部18によって算出されたカプセル型内視鏡2の位置情報等を記憶し、制御部20が読み出し指示した情報を制御部20に送出する。

10

【0062】

ここで、この磁界情報テーブル19aに含まれる磁界強度情報は、周辺の干渉による影響を含んでいることが望ましい。なお、ここでいう周辺の干渉による影響として、例えば、カプセル型内視鏡2を磁気誘導するための磁界を発生する磁界発生装置3の各コイルまたはカプセル型内視鏡2に電力を供給する無線給電用コイル(図示せず)等のコイル同士の電磁誘導による磁界、磁性体(例えばカプセル型内視鏡2に内蔵された磁石)、または金属等による磁界分布の変化が挙げられる。

【0063】

制御部20は、位置検出装置10の各構成部(信号発生部13a~13c、増幅部14a~14c、磁界発生コイル切替部15、磁界検出部16a、16b、フィルタ17a、増幅部17b、A/D変換部17c、FFT演算部17d、位置情報演算部18、および記憶部19)の動作を制御し、かかる各構成部間における信号の入出力を制御する。また、制御部20は、信号発生部13a~13cに交流信号を発生させる制御を通じて、磁界発生部12の各ドライブコイルの駆動(LCマーカ2aに対する磁界の発生)を制御する。かかる制御部20は、上述した制御装置11からの指示に基づいて位置検出装置10の各構成部を制御して、3次元空間S内部におけるLCマーカ2aの位置情報、すなわち被検体内部におけるカプセル型内視鏡2の位置情報を取得する。この場合、制御部20は、磁界発生コイル切替部15の動作とFFT演算部17dの動作とを同期させ、磁界発生コイル切替部15に駆動状態のドライブコイルを切り替えさせる期間、FFT演算部17dにFFT処理を停止させ、センスコイル16cの検出動作を停止させる。あるいは、この期間、A/D変換部17cの処理を停止させ、センスコイル16cの検出動作を停止させてもよい。また、駆動状態のドライブコイルを切り替える期間のFFT演算結果を、制御装置11または位置情報演算部18において無効と判断することによって、センスコイル16cの検出動作を停止したものとみなしてもよい。なお、かかる制御部20が取得した(すなわち位置検出装置10が検出した)カプセル型内視鏡2の位置情報は、制御部20から制御装置11に送出され、上述したように、表示部8に表示される。

20

30

【0064】

また、制御部20は、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から駆動状態のドライブコイルを選択するドライブコイル選択部20aと、複数のセンスコイル16cの中からカプセル型内視鏡2の位置情報算出処理に用いるセンスコイルを選択するセンスコイル選択部20bと、カプセル型内視鏡2の位置情報の検出精度を算出する検出精度演算部20cとを有する。

40

【0065】

ドライブコイル選択部20aは、記憶部19内の磁界情報テーブル19aおよび判断基準情報19bをもとにドライブコイルの選択条件を決定し、この選択条件を満足する一組のドライブコイルを複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から選択する。これによって、ドライブコイル選択部20aは、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から、3次元空間Sに位置するカプセル型内視鏡2内部のLCマーカ2aに磁界を印加する一組のドライブコイルをヒステリシス的に選択する。制御部20は、かかるドライブコイル

50

選択部 20 a がヒステリシス的に選択した一組のドライブコイルに磁界を発生させるように信号発生部 13 a ~ 13 c および磁界発生コイル切替部 15 を制御する。

【0066】

センスコイル選択部 20 b は、磁界検出部 16 a , 16 b が有する複数のセンスコイル 16 c の中からカプセル型内視鏡 2 の位置情報算出処理に用いるセンスコイルを選択する。具体的には、センスコイル選択部 20 b は、ドライブコイル選択部 20 a が選択した一組のドライブコイルによって発生した磁界の強度検出値が飽和するセンスコイルと、この一組のドライブコイルによって発生した磁界の強度検出値が略零値であるセンスコイルとを無効化して、複数のセンスコイル 16 c の中からカプセル型内視鏡 2 の位置情報算出処理に有効なセンスコイルを選択する。

10

【0067】

ここで、上述した各センスコイル 16 c の磁界強度検出結果には、LC マーカ 2 a の誘導磁界の強度検出値と駆動状態のドライブコイル（複数組のドライブコイル D_x , D_y , D_z のいずれか）が放出した磁界の強度検出値とが含まれる。すなわち、各センスコイル 16 c によるドライブコイルからの磁界の強度検出値は、各センスコイル 16 c の磁界強度検出結果から LC マーカ 2 a の誘導磁界の強度検出値を抽出するための基準値（以下、キャリブレーション値という）である。センスコイル選択部 20 b は、複数のセンスコイル 16 c のうち、カプセル型内視鏡 2 の位置情報算出処理に不適切なキャリブレーション値のセンスコイル、すなわち、かかるキャリブレーション値が飽和状態または略零値であるセンスコイルを無効化し、残りの有効なセンスコイルを選択する。制御部 20 は、かかるセンスコイル選択部 20 b が選択した有効な各センスコイル 16 c の磁界強度検出結果を用いてカプセル型内視鏡 2 の位置情報を算出するように位置情報演算部 18 を制御する。

20

【0068】

なお、上述した位置情報演算部 18 は、かかる有効な各センスコイル 16 c の磁界強度検出結果からキャリブレーション値を減算して、各センスコイル 16 c による LC マーカ 2 a の誘導磁界の強度検出値を算出し、得られた各センスコイル 16 c の強度検出値をもとにカプセル型内視鏡 2 の位置情報を算出する。

【0069】

検出精度演算部 20 c は、カプセル型内視鏡 2 の現在位置に駆動状態のドライブコイルが発生する磁界強度の理論値および位置検出装置 10 で想定されるノイズ量をもとに、カプセル型内視鏡 2 の位置情報（すなわちカプセル型内視鏡 2 の現在位置情報および現在方向情報）の検出精度を算出する。この場合、検出精度演算部 20 c は、記憶部 19 内の磁界情報テーブル 19 a と位置情報演算部 18 の位置情報算出結果とをもとに、このカプセル型内視鏡 2 の現在位置における磁界の強度理論値を算出する。検出精度演算部 20 c は、かかる磁界強度理論値および位置検出装置 10 全体のノイズ量をもとに、このカプセル型内視鏡 2 の現在位置および現在方向の各情報の誤差を計算して検出精度を算出する。かかる検出精度演算部 20 c が算出した検出精度演算結果は、制御部 20 から上述した制御装置 11 に送付される。この結果、本発明にかかる位置検出装置 10 が検出したカプセル型内視鏡 2 の位置情報がどの程度信頼できるか（すなわち、どの程度の誤差が含まれるか）を知ることができる。

30

40

【0070】

つぎに、上述した複数組のドライブコイル D_x , D_y , D_z の中から駆動状態のドライブコイル（すなわち、3次元空間 S に位置するカプセル型内視鏡 2 内部の LC マーカ 2 a に磁界を印加する一組のドライブコイル）をヒステリシス的に選択するドライブコイル選択部 20 a の処理手順について説明する。図 3 は、駆動状態のドライブコイルをヒステリシス的に選択するドライブコイル選択部 20 a の処理手順を例示するフローチャートである。

【0071】

図 3 に示すように、ドライブコイル選択部 20 a は、まず、磁界発生部 12 の複数組のドライブコイル D_x , D_y , D_z の中から最初に駆動させる初期的なドライブコイルを選択

50

する（ステップS101）。具体的には、ドライブコイル選択部20aは、絶対座標系の3次元空間Sに位置するカプセル型内視鏡2（すなわち、被検体の臓器内部に導入されたカプセル型内視鏡2）内部のLCマーカ2aに磁界を印加する最初のドライブコイルを複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から選択する。この場合、ドライブコイル選択部20aは、被検体の臓器内部にカプセル型内視鏡2を導入する際のLCマーカ2aのコイル軸方向を考慮して予め指定されたドライブコイル（例えば、このLCマーカ2aをコイル軸方向に貫く磁界を形成可能なドライブコイル）を初期的に選択する。この場合、制御部20は、かかる初期的なドライブコイルがLCマーカ2aに磁界を印加するように信号発生部13a～13cと磁界発生コイル切替部15とを制御する。

【0072】

つぎに、ドライブコイル選択部20aは、位置情報演算部18が算出したカプセル型内視鏡2の位置情報を取得する（ステップS102）。この場合、ドライブコイル選択部20aは、このカプセル型内視鏡2の位置情報として、絶対座標系におけるカプセル型内視鏡2の現在位置座標 $P_c = (x, y, z)$ と現在姿勢 $M_c = (m_x, m_y, m_z)$ とを取得する。なお、この現在姿勢 $M_c = (m_x, m_y, m_z)$ は、被検体内部におけるカプセル型内視鏡2の現在方向であり、LCマーカ2aの磁化方向（コイル軸方向）である。

【0073】

続いて、ドライブコイル選択部20aは、このカプセル型内視鏡2の現在位置における磁界強度を算出する（ステップS103）。このステップS103において、ドライブコイル選択部20aは、このカプセル型内視鏡2の位置情報と磁界情報テーブル19aとをもとに、このカプセル型内視鏡2の現在位置に各組のドライブコイルが発生させる各磁界強度のX軸成分とY軸成分とZ軸成分とを算出する。具体的には、ドライブコイル選択部20aは、磁界情報テーブル19aに示される各磁界強度（X軸上の各位置の磁界強度、Y軸上の各位置の磁界強度、およびZ軸上の各位置の磁界強度）とカプセル型内視鏡2の現在位置座標 $P_c = (x, y, z)$ とを用いて所定の補間処理を行い、一組のドライブコイル D_x が現在位置座標 P_c に発生させる磁界強度 $B_{DX} = (B_{xDX}, B_{yDX}, B_{zDX})$ と、一組のドライブコイル D_y が現在位置座標 P_c に発生させる磁界強度 $B_{DY} = (B_{xDY}, B_{yDY}, B_{zDY})$ と、一組のドライブコイル D_z が現在位置座標 P_c に発生させる磁界強度 $B_{DZ} = (B_{xDZ}, B_{yDZ}, B_{zDZ})$ とを算出する。

【0074】

その後、ドライブコイル選択部20aは、このカプセル型内視鏡2の磁化方向とドライブコイルからの磁界強度との内積を算出する（ステップS104）。このステップS104において、ドライブコイル選択部20aは、このカプセル型内視鏡2の磁化方向すなわち現在姿勢 $M_c = (m_x, m_y, m_z)$ と各ドライブコイルの磁界強度 B_{DX} 、 B_{DY} 、 B_{DZ} との内積によって、現在位置座標 P_c に位置するLCマーカ2aに誘導磁界を発生させる磁界強度 E_{DX} 、 E_{DY} 、 E_{DZ} を算出する。

【0075】

なお、この磁界強度 $E_{DX} (= |M_c \cdot B_{DX}|)$ は、一組のドライブコイル D_x が現在位置座標 P_c に位置するLCマーカ2aに印加する磁界成分のうちのLCマーカ2aに誘導磁界を発生させる磁界成分（すなわちコイル軸方向にLCマーカ2aを貫く磁界成分）の強度である。同様に、この磁界強度 $E_{DY} (= |M_c \cdot B_{DY}|)$ は、一組のドライブコイル D_y が現在位置座標 P_c に位置するLCマーカ2aに印加する磁界成分のうちのLCマーカ2aに誘導磁界を発生させる磁界成分の強度であり、この磁界強度 $E_{DZ} (= |M_c \cdot B_{DZ}|)$ は、一組のドライブコイル D_z が現在位置座標 P_c に位置するLCマーカ2aに印加する磁界成分のうちのLCマーカ2aに誘導磁界を発生させる磁界成分の強度である。

【0076】

つぎに、ドライブコイル選択部20aは、上述した磁界情報テーブル19aおよび判断基準情報19bをもとにドライブコイルの選択条件を決定し、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から、この選択条件を満足するドライブコイルをヒステリシスの選択する（ステップS105）。この場合、ドライブコイル選択部20aは、上述したステッ

10

20

30

40

50

ステップ S 1 0 4 において算出した磁界強度 E_{DX} 、 E_{DY} 、 E_{DZ} とヒステリシス係数 A とを各々乗算して磁界強度に関する閾値を算出し、この算出した各閾値に比して大きい磁界強度 E_p (磁界強度 E_{DX} 、 E_{DY} 、 E_{DZ} のいずれか) に対応する一組のドライブコイルを選択する。

【 0 0 7 7 】

具体的には、ドライブコイル選択部 2 0 a は、かかる磁界強度 E_{DX} 、 E_{DY} 、 E_{DZ} のうちの非駆動状態 (すなわち磁界を発生していない状態) のドライブコイルの各磁界強度 E_{np1} 、 E_{np2} (磁界強度 E_{DX} 、 E_{DY} 、 E_{DZ} のいずれか二つ) とヒステリシス係数 A とを各々乗算して、現に LC マーカ 2 a に磁界を印加している駆動状態のドライブコイルの磁界強度 E_p に対する閾値を算出する。ドライブコイル選択部 2 0 a は、かかる二つの閾値 ($E_{np1} \times A$ 、 $E_{np2} \times A$) と磁界強度 E_p とを比較し、磁界強度 E_p が各閾値に比して大きい場合、すなわち、 $E_p > E_{np1} \times A$ 、且つ $E_p > E_{np2} \times A$ である場合、この磁界強度 E_p に対応する現駆動状態のドライブコイル D_p を選択する。この場合、制御部 2 0 は、このドライブコイル D_p の駆動状態を維持するとともに残りのドライブコイル D_{np1} 、 D_{np2} の非駆動状態を維持するように、信号発生部 1 3 a ~ 1 3 c と磁界発生コイル切替部 1 5 とを制御する。

10

【 0 0 7 8 】

なお、この駆動状態のドライブコイル D_p がドライブコイル D_x である場合、非駆動状態のドライブコイル D_{np1} 、 D_{np2} は残りのドライブコイル D_y 、 D_z であり、この駆動状態のドライブコイル D_p がドライブコイル D_y である場合、非駆動状態のドライブコイル D_{np1} 、 D_{np2} は残りのドライブコイル D_x 、 D_z であり、この駆動状態のドライブコイル D_p がドライブコイル D_z である場合、非駆動状態のドライブコイル D_{np1} 、 D_{np2} は残りのドライブコイル D_x 、 D_y である。

20

【 0 0 7 9 】

一方、ドライブコイル選択部 2 0 a は、かかる二つの閾値 ($E_{np1} \times A$ 、 $E_{np2} \times A$) と磁界強度 E_p とを比較し、磁界強度 E_p が閾値 ($E_{np1} \times A$) 以下であり、且つ閾値 ($E_{np2} \times A$) に比して大きい場合 ($E_p \leq E_{np1} \times A$ 、且つ $E_p > E_{np2} \times A$ である場合)、この磁界強度 E_p に対応する現駆動状態のドライブコイル D_p の代わりに、この磁界強度 E_{np1} に対応する非駆動状態のドライブコイル D_{np1} を選択する。この場合、制御部 2 0 は、ドライブコイル D_p の駆動状態を解除してドライブコイル D_{np1} を駆動状態に切り替えるとともにドライブコイル D_p 、 D_{np2} を非駆動状態にするように、信号発生部 1 3 a ~ 1 3 c と磁界発生コイル切替部 1 5 とを制御する。

30

【 0 0 8 0 】

他方、ドライブコイル選択部 2 0 a は、かかる二つの閾値 ($E_{np1} \times A$ 、 $E_{np2} \times A$) と磁界強度 E_p とを比較し、磁界強度 E_p が閾値 ($E_{np1} \times A$) に比して大きく、且つ閾値 ($E_{np2} \times A$) 以下である場合 ($E_p > E_{np1} \times A$ 、且つ $E_p \leq E_{np2} \times A$ である場合)、この磁界強度 E_p に対応する現駆動状態のドライブコイル D_p の代わりに、この磁界強度 E_{np2} に対応する非駆動状態のドライブコイル D_{np2} を選択する。この場合、制御部 2 0 は、ドライブコイル D_p の駆動状態を解除してドライブコイル D_{np2} を駆動状態に切り替えるとともにドライブコイル D_p 、 D_{np1} を非駆動状態にするように、信号発生部 1 3 a ~ 1 3 c と磁界発生コイル切替部 1 5 とを制御する。

40

【 0 0 8 1 】

その後、ドライブコイル選択部 2 0 a は、上述したステップ S 1 0 2 に戻り、このステップ S 1 0 2 以降の処理手順を繰り返す。制御部 2 0 は、ドライブコイル選択部 2 0 a がステップ S 1 0 2 ~ S 1 0 5 の処理手順を繰り返す都度、かかるドライブコイル選択部 2 0 a が複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から選択した一組のドライブコイルを駆動状態にするように信号発生部 1 3 a ~ 1 3 c と磁界発生コイル切替部 1 5 とを制御する。

【 0 0 8 2 】

つぎに、カプセル型内視鏡 2 内部の LC マーカ 2 a に磁界を印加する駆動状態のドライブコイルをドライブコイル D_x からドライブコイル D_y 、 D_z に切り替える場合を例示して

50

、制御部 20 によるドライブコイルの選択処理を具体的に説明する。図 4 は、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から駆動状態のドライブコイルをヒステリシス的に選択するドライブコイル選択部 20 a の動作を具体的に説明するための模式図である。なお、図 4 には、LC マーカ 2 a に磁界を印加するドライブコイルを一組のドライブコイル D_x から一組のドライブコイル D_y またはドライブコイル D_z に切り替える際の磁界強度 E_{Dx} の経時変化が図示されている。

【0083】

ドライブコイル選択部 20 a は、上述したように、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z が各々 LC マーカ 2 a に印加する磁界強度 E_{Dx} 、 E_{Dy} 、 E_{Dz} とヒステリシス係数 A とを用いてドライブコイルの選択条件を決定し、この決定した選択条件を満足する一組のドライブコイルを複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から選択する。例えば、ドライブコイル選択部 20 a は、上述した $E_p > E_{sp1} \times A$ 、且つ $E_p > E_{sp2} \times A$ という選択条件をドライブコイル D_x が満足する場合、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から、この選択条件を満足する一組のドライブコイル D_x (すなわち LC マーカ 2 a に印加する磁界強度が複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中で最も大きいドライブコイル) を選択する。制御部 20 は、信号発生部 13 a ~ 13 c および磁界発生コイル切替部 15 を制御して、このドライブコイル選択部 20 a が選択した一組のドライブコイル D_x を駆動状態にする。

【0084】

その後、かかるドライブコイル選択部 20 a は、位置情報演算部 18 からカプセル型内視鏡 2 の位置情報を取得する都度、駆動状態のドライブコイル D_x の磁界強度 E_{Dx} と二つの閾値 ($E_{Dy} \times A$ 、 $E_{Dz} \times A$) とを算出し、この算出した磁界強度 E_{Dx} と二つの閾値 ($E_{Dy} \times A$ 、 $E_{Dz} \times A$) とを比較して、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中からドライブコイルの選択条件を満足する一組のドライブコイルをヒステリシス的に選択する。

【0085】

具体的には図 4 に示すように、ドライブコイル選択部 20 a は、現に駆動状態のドライブコイル D_x の磁界強度 E_{Dx} が二つの閾値 ($E_{Dy} \times A$ 、 $E_{Dz} \times A$) に比して大きい場合、この選択条件 ($E_{Dx} > E_{Dy} \times A$ 、且つ $E_{Dx} > E_{Dz} \times A$) を満足する一組のドライブコイル D_x を選択する。この場合、制御部 20 は、この一組のドライブコイル D_x の駆動状態を維持するとともに残りのドライブコイル D_y 、 D_z を非駆動状態にするように、信号発生部 13 a ~ 13 c と磁界発生コイル切替部 15 とを制御する。

【0086】

その後、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の移動に伴って、駆動状態のドライブコイル D_x の磁界強度 E_{Dx} が、例えば非駆動状態のドライブコイル D_y の磁界強度 E_{Dy} 以下に低下した場合であっても、かかるドライブコイル選択部 20 a は、この磁界強度 E_{Dx} がドライブコイルの選択条件 ($E_{Dx} > E_{Dy} \times A$ 、且つ $E_{Dx} > E_{Dz} \times A$) を満足する限り、駆動状態のドライブコイル D_x を選択する。これと同様に、かかるドライブコイル選択部 20 a は、この磁界強度 E_{Dx} が非駆動状態のドライブコイル D_z の磁界強度 E_{Dz} 以下に低下した場合であっても、この磁界強度 E_{Dx} がドライブコイルの選択条件 ($E_{Dx} > E_{Dy} \times A$ 、且つ $E_{Dx} > E_{Dz} \times A$) を満足する限り、駆動状態のドライブコイル D_x を選択する。

【0087】

一方、ドライブコイル選択部 20 a は、駆動状態のドライブコイル D_x の磁界強度 E_{Dx} が非駆動状態のドライブコイル D_y に対応する閾値 $E_{Dy} \times A$ 以下に低下した時点 (図 4 に示す時間 t_a のタイミング) において、この駆動状態のドライブコイル D_x の代わりに、ドライブコイルの選択条件 ($E_{Dx} > E_{Dy} \times A$ 、且つ $E_{Dx} > E_{Dz} \times A$) を満足する非駆動状態のドライブコイル D_y を選択する。この場合、制御部 20 は、このドライブコイル D_x の駆動状態を解除してドライブコイル D_y を駆動状態に切り替えるとともに残りのドライブコイル D_x 、 D_z を非駆動状態にするように、信号発生部 13 a ~ 13 c と磁界発生コイル切替部 15 とを制御する。

【0088】

10

20

30

40

50

他方、ドライブコイル選択部 20 a は、駆動状態のドライブコイル D_x の磁界強度 E_{dx} が非駆動状態のドライブコイル D_z に対応する閾値 $E_{dz} \times A$ 以下に低下した時点（図 4 に示す時間 t_b のタイミング）において、この駆動状態のドライブコイル D_x の代わりに、ドライブコイルの選択条件（ $E_{dx} < E_{dz} \times A$ 、且つ $E_{dx} > E_{dy} \times A$ ）を満足する非駆動状態のドライブコイル D_z を選択する。この場合、制御部 20 は、このドライブコイル D_x の駆動状態を解除してドライブコイル D_z を駆動状態に切り替えるとともに残りのドライブコイル D_x 、 D_y を非駆動状態にするように、信号発生部 13 a ~ 13 c と磁界発生コイル切替部 15 とを制御する。

【0089】

つぎに、カプセル型内視鏡 2 内部の LC マーカ 2 a に磁界を印加する駆動状態のドライブコイルをドライブコイル D_x からドライブコイル D_y に切り替える場合を例示して、制御部 20 によるドライブコイルの切替制御を具体的に説明する。図 5 は、制御部 20 によるドライブコイルの切替制御タイミングを例示するタイミングチャートである。

【0090】

図 5 に示すように、制御部 20 は、上述した FFT 演算部 17 d が 1 区間分の FFT 処理を実行完了したタイミング（時間 t_1 ）で信号発生部 13 a を制御して、駆動状態のドライブコイル D_x への交流信号の出力を停止する。この場合、制御部 20 は、かかる信号発生部 13 a によって生成されるドライブコイル D_x への交流信号（正弦波）の振幅が略零値となってから、信号発生部 13 a に交流信号の出力を停止させる。

【0091】

つぎに、制御部 20 は、この信号発生部 13 a に交流信号の出力を停止させてから一定時間が経過したタイミング（時間 t_2 ）において、上述したドライブコイル D_x のリレーを接続状態（ON）から非接続状態（OFF）に切り替えるように磁界発生コイル切替部 15 を制御する。制御部 20 は、かかるドライブコイル D_x のリレーの切替制御によって、この時間 t_2 の後に磁界発生コイル切替部 15 等に残留するドライブコイル D_x への交流信号（残電流）を確実に排除することができ、これによって、信号発生部 13 a または増幅部 14 a に逆起電力が印加されることを防止できる。

【0092】

その後、制御部 20 は、このドライブコイル D_x のリレーを OFF に切り替えてから一定時間が経過したタイミング（時間 t_3 ）において、上述したドライブコイル D_y のリレーを非接続状態（OFF）から接続状態（ON）に切り替えるように磁界発生コイル切替部 15 を制御する。制御部 20 は、かかる一定時間を空けたドライブコイル D_x のリレーからドライブコイル D_y のリレーへの切替制御によって、このドライブコイル D_x のチャタリングの影響を排除することができ、この結果、ドライブコイル D_x のリレーの非接続状態を安定化させた後にドライブコイル D_y のリレーを接続状態に切り替えることができる。

【0093】

つぎに、制御部 20 は、このドライブコイル D_y のリレーを ON に切り替えてから一定時間が経過したタイミング（時間 t_4 ）で信号発生部 13 b を制御して、上述したドライブコイル D_x の代わりに駆動状態に切り替えられるドライブコイル D_y への交流信号の出力を開始する。この場合、制御部 20 は、かかる信号発生部 13 b によって生成されるドライブコイル D_y への交流信号（正弦波）の振幅が略零値近傍になってから、信号発生部 13 b に交流信号の出力を開始させる。制御部 20 は、かかる一定時間を空けたタイミング（時間 t_4 ）において信号発生部 13 b にドライブコイル D_y への交流信号を出力させることによって、このドライブコイル D_y のチャタリングの影響を排除することができ、この結果、ドライブコイル D_y のリレーの接続状態を安定化させた後に、このドライブコイル D_y のリレー（すなわち磁界発生コイル切替部 15）を介して信号発生部 13 b からの交流信号をドライブコイル D_y に出力することができる。

【0094】

なお、上述した一定時間、すなわち、時間 t_1 から時間 t_2 までの期間、時間 t_2 から

10

20

30

40

50

時間 t_3 までの期間、および時間 t_3 から時間 t_4 までの期間は、磁界発生コイル切替部 15 の各リレーのチャタリングまたは残電流を排除するに十分な時間であればよく、かかる時間は実験等によって取得したものであってもよい。また、磁界発生コイル切替部 15 内の各リレーと各ドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z とをローパスフィルタを介して接続し、これによって、各リレーのチャタリング等の急激な発生を防止することができる。かかるチャタリング防止によって、各ドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z は、安定して駆動（安定的に磁界を発生）することができる。一方、磁界発生部 12 の動作を開始する際にダンピングや過度応答が発生する場合がある。制御部 20 は、かかるダンピングや過度応答を考慮して、信号強度が一定となるように信号発生部 13 a ~ 13 c の各信号を制御し、これによって、安定して位置検出動作を行うことができる。

10

【0095】

その後、制御部 20 は、かかる時間 t_4 のタイミングで FFT 演算部 17 d に FFT 処理を再開させる。すなわち、制御部 20 は、上述したように磁界発生コイル切替部 15 に駆動状態のドライブコイルを切り替えさせているタイミング（時間 $t_1 \sim t_4$ の期間）において、FFT 演算部 17 d に FFT 処理を停止させる。これによって、制御部 20 は、かかる磁界発生コイル切替部 15 に駆動状態のドライブコイルを切り替えさせる際のリレーのチャタリングまたは残電流等に起因して FFT 演算部 17 d の FFT 処理に支障を来たす事態（例えば FFT 処理によって誤った値を算出する等）を防止でき、この結果、かかる駆動状態のドライブコイルの切り替え時におけるカプセル型内視鏡 2 の位置検出精度を向上することができる。

20

【0096】

なお、かかる制御部 20 は、上述したドライブコイル D_x からドライブコイル D_y への切り替えに直接関与していないドライブコイル D_z に対応する信号発生部 13 c および増幅部 14 c に対して、駆動状態のドライブコイルと同等の予備負荷を印加する。すなわち、制御部 20 は、かかる信号発生部 13 c および増幅部 14 c に例示されるようなドライブコイルの切り替え時に未使用の信号発生部 13 c および増幅部 14 c に予備負荷を印加する。これによって、制御部 20 は、信号発生部 13 a ~ 13 c および増幅部 14 a ~ 14 c が電氣的に不安定となる期間を可能な限り抑制でき、磁界発生コイル切替部 15 を介してドライブコイルと接続された信号発生部（信号発生部 13 a ~ 13 c のいずれか）および増幅部（増幅部 14 a ~ 14 c のいずれか）に常時安定した動作を行わせることができる。

30

【0097】

また、制御部 20 は、駆動時間に応じてドライブコイルの切替動作を行うように磁界発生コイル切替部 15 を制御してもよい。具体的には、記憶部 19 は、駆動状態のドライブコイル（例えばドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z のいずれか）を選択するための選択条件に関する所定の情報として、駆動状態のドライブコイルの連続動作時間を記憶する。制御部 20 は、かかる所定の情報としての連続動作時間をもとに磁界発生コイル切替部 15 を制御して、ドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から選択したドライブコイルを一定時間連続動作させ、その後、この一定時間駆動状態であったドライブコイルを停止させるとともに他のドライブコイルを一定時間連続動作させてもよい。または、制御部 20 は、かかる所定の情報としての連続動作時間をもとに磁界発生コイル切替部 15 を制御して、ドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から選択したドライブコイルを一定時間ずつ間欠的に動作させてもよい。このように駆動時間に応じてドライブコイルの切替動作を行うことによって、ドライブコイルに電流が流れる時間を必要最小限に短くでき、この結果、駆動状態のドライブコイルの温度上昇を一定の範囲内に抑制して、安定的にドライブコイルを動作させることができる。また、かかる駆動状態のドライブコイルの温度が略同じタイミングにおいて位置検出動作を行うことができ、この結果、常時安定した位置検出動作を行うことができる。

40

【0098】

また、制御部 20 は、予め設定された固定の順序に沿ってドライブコイルの切替動作を

50

行うように磁界発生コイル切替部 15 を制御してもよい。具体的には、記憶部 19 は、駆動状態のドライブコイルを選択するための選択条件に関する所定の情報として、ドライブコイルの選択順序を記憶する。ドライブコイル選択部 20 a は、かかるドライブコイルの選択順序に沿ってドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から駆動させるドライブコイルを順次選択する。制御部 20 は、かかるドライブコイル選択部 20 a によって選択されたドライブコイルを駆動状態にするように磁界発生コイル切替部 15 を制御する。この場合、かかるドライブコイルの切替順序は、ドライブコイル D_x 、ドライブコイル D_y 、ドライブコイル D_z の順等、所望の順序でよい。また、制御部 20 は、かかる選択順序に沿ったドライブコイルの切替動作を一定時間毎に磁界発生コイル切替部 15 に行わせてもよいし、上述した磁界強度 E_{D_x} 、 E_{D_y} 、 E_{D_z} の情報に基づいてドライブコイルを切り替える際に固定の順序の切替動作を挿入してもよい。このように予め設定した順序に沿ってドライブコイルの切替動作を行うことによって、各ドライブコイルの安定度が同じタイミングにおいて位置検出動作を行うことができ、この結果、常時安定した位置検出動作を行うことができる。

10

【0099】

つぎに、上述した磁界検出部 16 a、16 b が有する複数のセンスコイル 16 c の中からカプセル型内視鏡 2 の位置情報算出処理に有効なセンスコイルを選択するセンスコイル選択部 20 b の動作について説明する。図 6 は、カプセル型内視鏡 2 の位置情報算出処理に有効なセンスコイルを選択するセンスコイル選択部 20 b の処理手順を例示するフローチャートである。

20

【0100】

図 6 に示すように、センスコイル選択部 20 b は、まず、現に LC マーカ 2 a に磁界を印加している駆動状態のドライブコイルが複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z のうちのいずれであるかを確認し (ステップ S 201)、この駆動状態のドライブコイルに対応する各センスコイル 16 c のキャリブレーション値を LC マーカ 2 a がいない状態で取得する (ステップ S 202)。

【0101】

ここで、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の各々に対応する各センスコイル 16 c のキャリブレーション値は、位置検出装置 10 に対して事前に行われたキャリブレーション処理によって取得され、記憶部 19 に記憶される。センスコイル選択部 20 b は、このステップ S 202 において、予め記憶部 19 に記憶された各センスコイル 16 c のキャリブレーション値の中から、現に駆動状態のドライブコイルのキャリブレーション値を読み出す。

30

【0102】

かかるセンスコイル選択部 20 b は、ステップ S 202 において取得した各センスコイル 16 c のキャリブレーション値を確認し、不適切なキャリブレーション値のセンスコイルを無効化して (ステップ S 203)、カプセル型内視鏡 2 の位置検出に必要なセンスコイルを選択する (ステップ S 204)。このステップ S 203、S 204 において、センスコイル選択部 20 b は、複数のセンスコイル 16 c の中から、駆動状態のドライブコイルが放出した磁界の強度検出値が飽和したセンスコイルと、駆動状態のドライブコイルが放出した磁界の強度検出値が略零値であるセンスコイルとを不適切なキャリブレーション値のセンスコイルとして無効化し、カプセル型内視鏡 2 の位置検出に有効なセンスコイルとして、かかる無効化したセンスコイル以外の残りのセンスコイルを選択する。

40

【0103】

なお、制御部 20 は、かかるセンスコイル選択部 20 b が選択した有効な各センスコイル 16 c の磁界強度検出結果を位置情報演算部 18 に送出し、かかる有効な各センスコイル 16 c の磁界強度検出結果を用いてカプセル型内視鏡 2 の位置情報を算出するように位置情報演算部 18 を制御する。

【0104】

その後、センスコイル選択部 20 b は、駆動状態のドライブコイルの切替が実行された

50

か否かを判断し（ステップS205）、駆動状態のドライブコイルが切り替えられた場合（ステップS205, Yes）、上述したステップS201に戻り、このステップS201以降の処理手順を繰り返す。一方、センスコイル選択部20bは、駆動状態のドライブコイルの切替が実行されていない場合（ステップS205, No）、このステップS205の処理を繰り返す。かかるセンスコイル選択部20bは、駆動状態のドライブコイルが切り替えられる都度、現駆動状態のドライブコイルの磁界強度を正常に検出可能なセンスコイル、すなわちカプセル型内視鏡2の位置情報算出処理に有効なセンスコイルを複数のセンスコイル16cの中から選択する。

【0105】

ここで、一組のドライブコイル D_x が駆動状態である場合を例示して、複数のセンスコイル16cのうちのキャリブレーション値が飽和状態または略零値である不適切なセンスコイルについて説明する。図7は、キャリブレーション値が飽和状態または略零値である不適切なセンスコイルを説明するための模式図である。

10

【0106】

図7に示すように、一組のドライブコイル D_x は、ヘルムホルツコイルと同様に対向して配置され、絶対座標系のX軸方向の磁界（図7の点線矢印）を発生させる。磁界検出部16aは、かかる一組のドライブコイル D_x に挟まれた空間の端部に配置される。この場合、かかる磁界検出部16a内の複数のセンスコイル16cのうち、ドライブコイル D_x の近傍に位置するセンスコイル16c-2は、このドライブコイル D_x からの強い磁界を受けて磁界の強度検出値（すなわちキャリブレーション値）を飽和させる。かかるキャリブレーション値が飽和したセンスコイル16c-2は、LCマーカ2aの誘導磁界の磁界強度検出結果を算出するためのキャリブレーション値を規定できないため、カプセル型内視鏡2の位置情報算出処理に不適切なセンスコイルである。

20

【0107】

また、かかる磁界検出部16a内の複数のセンスコイル16cのうち、両側のドライブコイル D_x から等距離に位置するセンスコイル16c-1は、これら両側のドライブコイル D_x からの各磁界によって磁界強度が相殺される。したがって、かかるセンスコイル16c-1によるドライブコイル D_x からの磁界の強度検出値（すなわちキャリブレーション値）は、略零値になる。かかるキャリブレーション値が略零値であるセンスコイル16c-1は、LCマーカ2aの誘導磁界の磁界強度検出結果を算出するためのキャリブレーション値を正確に規定できないため、カプセル型内視鏡2の位置情報算出処理に不適切なセンスコイルである。このことは、位相を用いてカプセル型内視鏡2の位置検出を行う場合に顕著である。

30

【0108】

センスコイル選択部20bは、このようにキャリブレーション値が飽和状態または略零値である不適切なセンスコイルの磁界強度検出結果を無効化することによって、かかる不適切なセンスコイルの磁界強度検出結果による位置情報算出処理への悪影響を防止でき、これによって、カプセル型内視鏡2の位置情報の検出精度を高めることができる。

【0109】

つぎに、上述した複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z を有する磁界発生部12について詳細に説明する。図8は、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z を有する磁界発生部12の一構成例を模式的に示す斜視図である。図9は、円筒形状の磁界発生部12の縦断面のうちのドライブコイルの取り付け部分を示す断面模式図である。図10は円筒形状の磁界発生部12の横断面のうちのドライブコイル取り付け部分を示す断面模式図である。図11は、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z を取り付ける円筒部材の一構成例を示す模式図である。

40

【0110】

図8に示すように、円筒形状の磁界発生部12は、上述した複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z と、これら複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z を外表面に取り付ける円筒部材31とを備える。複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z は、円筒部材31の外表面

50

に形成された各溝部に各々取り付けられ、これによって、ヘルムホルツコイルの態様（すなわち絶対座標系のX軸方向の磁界、Y軸方向の磁界、およびZ軸方向の磁界を各々形成可能な態様）に配置される。

【0111】

円筒部材31は、絶縁性且つ非磁性の樹脂等によって形成される円筒形状の部材である。かかる円筒部材31の外表面には、図8および図11に示すように、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z を取り付けるための複数の溝部32a、32b、32c、32d、32e、32fが形成される。なお、円筒部材31の長手方向の中心軸は、絶対座標系のZ軸と一致し、円筒部材31の周方向の直交2軸は、絶対座標系のX軸およびY軸に一致する。

10

【0112】

溝部32a、32bは、上述した絶対座標系のZ軸方向の磁界を放出する一組のドライブコイル D_z を配置するためのものであり、円筒部材31の周方向の軸について対称的に形成される。具体的には、溝部32aは、円筒部材31の全周に亘って連続する溝構造に形成される。かかる溝部32aは、図9に示すように、ドライブコイル D_z に比して広い幅と、接着剤34によってドライブコイル D_z を埋没させるに十分な深さ（例えば3mm程度）とを有する。なお、この溝部32aの幅には、容易にドライブコイル D_z を収容するための幅Wの逃がし代が含まれる。また、かかる溝部32aの壁部33aは、Z軸と垂直であって略平らに形成され、円筒部材31に対するドライブコイル D_z の位置を決定する位置決め部として機能する。すなわち、溝部32aに収容されたドライブコイル D_z は、この溝部32aの壁部33aに当て付けられた状態で円筒部材31に対して取り付けられ、接着剤34によって埋没され、この結果、円筒部材31における特定の位置（壁部33aによって規定された位置）に固定配置される。なお、一方の溝部32bは、円筒部材31の周方向の軸について溝部32aと対称的な溝構造に形成され、かかる溝部32aの場合と同様にドライブコイル D_z が固定配置される。

20

【0113】

溝部32c、32dは、上述した絶対座標系のX軸方向の磁界を形成する一組のドライブコイル D_x を配置するためのものであり、円筒部材31の外表面であって上述した一対の溝部32a、32bに囲まれた領域内に、円筒部材31の長手方向の中心軸について対称的に形成される。具体的には図11に示すように、溝部32cは、絶対座標系のX軸と一致する円筒部材31の周方向の軸を中心に囲む略方形状に形成される。かかる略方形の溝部32cの各辺部における内側の壁部33c-1、33c-2、33c-3、33c-4は、略平らに形成され、かかる溝部32cの4つのコーナー部のうちの一つには、ドライブコイルの配線を引き出すための配線引出部33c-5が形成される。ここで、かかる溝部32cの壁部33c-1、33c-2、33c-3、33c-4のうち、この配線引出部33c-5に対向する溝部32cのコーナー部に繋がる壁部33c-1、33c-2は、円筒部材31に対するドライブコイル D_x の位置を決定する位置決め部として機能する。なお、かかる溝部32cの4つのコーナーの底部および壁部33c-1、33c-3近傍の底部は、円筒部材31の外形に沿って円弧状に湾曲している。

30

【0114】

また、かかる溝部32cは、図10に示すように、ドライブコイル D_x に比して広い幅と、接着剤34によってドライブコイル D_x を埋没させるに十分な深さ（たとえば3mm程度）とを有する。なお、この溝部32cの幅には、容易にドライブコイル D_x を収容するための幅Wの逃がし代が含まれる。

40

【0115】

かかる溝部32cに収容されたドライブコイル D_x は、この溝部32cの壁部33c-1および壁部33c-2に当て付けられた状態で接着剤34によって埋没され、この結果、円筒部材31における特定の位置（壁部33c-1、33c-2によって規定された位置）に固定配置される。ここで、かかる壁部33c-1、33c-2に対向する壁部33c-3、33c-4においてドライブコイル D_x が湾曲している場合、このドライブコイル

50

ル D_x の湾曲形状を直線形状に補正する補正部材 35 が必要に応じて溝部 32c 内に挿入される (図 10 参照)。この場合、補正部材 35 は、かかる溝部 32c の壁部 33c-3 および壁部 33c-4 にドライブコイル D_x を当て付けた状態を維持することができる。

【0116】

なお、ドライブコイル D_x を配置するための一方の溝部 32d (図 8 参照) は、円筒部材 31 の長手方向の中心軸を挟んで溝部 32c に対向する態様で溝部 32c と同じ溝構造に形成され、かかる溝部 32c の場合と同様にドライブコイル D_x が固定配置される。

【0117】

溝部 32e, 32f は、上述した絶対座標系の Y 軸方向の磁界を放出する一組のドライブコイル D_y を配置するためのものであり、円筒部材 31 の外表面であって上述した一対の溝部 32a, 32b に囲まれた領域内に、円筒部材 31 の長手方向の中心軸について対称的に形成される。かかる溝部 32e, 32f の各々は、絶対座標系の Y 軸と一致する円筒部材 31 の周方向の軸を中心に囲む略方形状に形成される。なお、かかる溝部 32e, 32f の溝構造は、上述した溝部 32c, 32d と同様である。

10

【0118】

ここで、かかる略方形の溝部 32c, 32d, 32e, 32f の各底部は、上述したように、円筒部材 31 の外形 (円筒形状) に沿って円弧状に湾曲している。これに対し、かかる溝部 32c, 32d, 32e, 32f に取り付けられる各ドライブコイル D_x, D_y は、略平らな環状の弾性部材である。このため、かかる溝部 32c, 32d, 32e, 32f に各ドライブコイル D_x, D_y を固定する際、ドライブコイル D_x, D_y に成形時の残留応力による歪みが生じ、この結果、各溝部 32c, 32d, 32e, 32f の内部においてドライブコイル D_x, D_y が湾曲して、円筒部材 31 に対するドライブコイル D_x, D_y の高精度な位置決めが困難になるとともに、円筒部材 31 へのドライブコイル D_x, D_y の取り付けが困難になる。かかる問題点を回避するために、溝部 32c, 32d, 32e, 32f に各ドライブコイル D_x, D_y を各々押さえつけるための治工具 (以下、押え治具という) を用いて、円筒部材 31 に各ドライブコイル D_x, D_y を固定する。

20

【0119】

つぎに、略方形状の溝部 32c にドライブコイル D_x を押さえつける場合を例示して、円筒部材 31 の溝部にドライブコイルを押さえつける押え治具について説明する。図 12 は、円筒部材 31 の溝部にドライブコイルを押さえつける押え治具の一構成例を示す模式図である。図 12 に示すように、この押え治具 41 は、円筒部材 31 の外表面に形成された略方形状の溝部 32c に沿って配置され、螺子止め等によって円筒部材 31 の外表面に取り付けられる。この状態において、押え治具 41 は、溝部 32c の底部から所定の深さ範囲内にドライブコイル D_x を押さえつける。なお、かかる押え治具 41 によって溝部 32c 内に押えつけられた状態のドライブコイル D_x は、この溝部 32c の壁部 33c-1, 33c-2 に当て付けられることによって、円筒部材 31 における特定の位置に配置される。

30

【0120】

詳細には、かかる押え治具 41 は、一対の L 治具 42a, 42b と一対の R 治具 43a, 43b とによって構成される。一対の L 治具 42a, 42b は、溝部 32c の各辺部のうちの円筒部材 31 の長手軸方向に平行な辺部 (例えば壁部 33c-2 に対応する辺部に例示される直線状の辺部) に沿ってドライブコイル D_x の辺部を押える。また、一対の L 治具 42a, 42b の各々は、両端にコーナー押え治具 44 を有する。コーナー押え治具 44 は、溝部 32c のコーナー部に沿ってドライブコイル D_x のコーナー部を押さえる。

40

【0121】

図 13 は、押え治具 41 の一部分である L 治具 42a の一構成例を示す模式図である。図 14 は、円筒部材 31 に L 治具 42a を取り付ける状態を示す模式図である。図 13, 14 に示すように、L 治具 42a は、主軸となる R 押え固定金具と、ドライブコイル D_x の辺部を押える押え L 金具と、ドライブコイル D_x のコーナー部を押える R 押えおよび押

50

え樹脂と、かかるR押えの位置を調整する調整金具と、所定の固定用部品（固定用S金具、調整ワッシャ、螺子等）とを組み合わせることで実現される。この場合、押えL金具は、固定用S金具および調整用ワッシャ等を用いてR押え固定金具に螺子止めされる。また、かかるR押えが取り付けられた調整金具は、ワッシャ等を用いてR押え固定金具に螺子止めされる。なお、かかるR押え固定金具に対して固定されたR押えおよび調整金具等は、上述したコーナー押え治具44を構成する。なお、ドライブコイルと接触する押えL金具および押え樹脂は、ドライブコイルとの接触面に難接着性のテープ（例えばテフロン（登録商標）シール）を貼り付け、または、少なくともドライブコイルとの接触面側を難接着性の材料によって製作されることが望ましい。

【0122】

かかる構成を有するL治具42aは、円筒部材31の外表面上の所定の位置に螺子止めされる。この螺子止めされた状態のL治具42aの押えL金具が、溝部32cの直線状の辺部に沿ってドライブコイルD_xの辺部を押さえる。この結果、L治具42aは、溝部32cの底部から所定の深さ範囲内にドライブコイルD_xの辺部を押さえつける。また、この螺子止めされた状態のL治具42aのR押えが、溝部32cのコーナー部に沿ってドライブコイルD_xのコーナー部を、押え樹脂を介して押さえる。この結果、L治具42aは、溝部32cの底部から所定の深さ範囲内にドライブコイルD_xのコーナー部を押さえつける。なお、かかるL治具42aと対をなすL治具42bは、上述したL治具42aと同様の構造および機能を有する。

【0123】

一方、一对のR治具43a、43bは、図12に示したように、溝部32cの各辺部のうちの円筒部材31の周方向に平行な辺部（例えば壁部33c-1に対応する辺部に例示される円弧形状の辺部）に沿ってドライブコイルD_xの辺部を押さえる。図15は、押え治具41の一部分であるR治具43aの一構成例を示す模式図である。図15に示すように、R治具43aは、ドライブコイルD_xの辺部を押さえる円弧形状の押えR金具と、固定用S金具と、螺子等の固定用部品とを組み合わせることで実現される。この場合、押えR金具は、固定用S金具および螺子等を用いて円筒部材31の外表面に固定される。

【0124】

かかる構成を有するR治具43aは、溝部32cの円弧形状の辺部に沿って円筒部材31の外表面に螺子止めされ、この螺子止めされた状態のR治具43aの押えR金具が、溝部32cの円弧形状の辺部に沿ってドライブコイルD_xの辺部を押さえる。この結果、R治具43aは、ドライブコイルD_xの辺部を溝部32cの底部に沿った円弧形状に維持するとともに、この溝部32cの底部から所定の深さ範囲内にドライブコイルD_xの辺部を押さえつける。なお、かかるR治具43aと対をなすR治具43bは、上述したR治具43aと同様の構造および機能を有する。

【0125】

なお、このようなL治具42a、42bおよびR治具43a、43bを有する押え治具41は、残りの略形状の溝部32d、32e、32fにドライブコイルD_x、D_yを押さえつける際にも、上述した溝部32cの場合と同様に用いることができる。

【0126】

つぎに、略形状の溝部32cにドライブコイルD_xを固定する場合を例示して、円筒部材31の溝部にドライブコイルを固定する際の作業手順について説明する。図16は、円筒部材31の溝部にドライブコイルを固定配置する作業手順を例示するフローチャートである。図17は、ドライブコイルの辺部に対する押え治具の位置調整を示す模式図である。図18は、ドライブコイルのコーナー部に対する押え治具の位置調整を示す模式図である。図19は、押え治具によってドライブコイルを溝部に押さえつける手順を説明するための模式図である。

【0127】

図16に示すように、まず、取付対象のドライブコイルD_xおよび押え治具41を円筒部材31の外表面に仮置きする（ステップS301）。このステップS301において、

10

20

30

40

50

ドライブコイルD_xは、円筒部材31の溝部32cに配置され、この溝部32cの壁部33c-1, 33c-2に当て付けられる。これによって、この円筒部材31に対するドライブコイルD_xの位置決めが、仮に行われる。また、上述したようにL治具42a, 42bおよびR治具43a, 43bを溝部32cに沿って螺子止めし(図14, 15参照)、これによって、押え治具41が円筒部材31の外表面に仮置きされる。

【0128】

つぎに、溝部32cの内部に仮置きされたドライブコイルD_xを用いて押え治具41の位置調整を行う(ステップS302)。このステップS302において、押え治具41は、円筒部材31に対する仮の位置決めがなされたドライブコイルD_xを溝部32cに押さえる態様に位置調整される。具体的には、この押え治具41のL治具42aは、図17に示すように、固定用S金具を調整して押えL金具がドライブコイルD_xの辺部を溝部32cに押える態様に位置調整される。また、このL治具42aのコーナー押え治具44は、図18に示すように、調整金具を用いてR押えおよび押え樹脂がドライブコイルD_xのコーナー部を溝部32cに押える態様に位置調整される。なお、このL治具42aと対をなすL治具42bは、かかるL治具42aと同様に位置調整される。一方、この押え治具41のR治具43a, 43bは、図15, 18に示すように、溝部32cの円弧形状の辺部にドライブコイルD_xの辺部を押える態様に位置調整される。

【0129】

続いて、かかる円筒部材31の外表面に仮置きしていたドライブコイルD_xおよび押え治具41を取り外し(ステップS303)、その後、この円筒部材31の溝部32cに、ドライブコイルD_xを接着するための接着剤34を塗布する(ステップS304)。このステップS303において、押え治具41は、ステップS302によって位置調整がなされた状態を維持しつつ、円筒部材31の外表面から取り外される。また、ステップS304において、接着剤34は、溝部32cの底部とドライブコイルD_xとの接触面に十分染み渡る程度に塗布される。なお、この接着剤34は、塗布後、瞬間的にドライブコイルを接着するものではなく、所定時間(例えば、円筒部材31に対するドライブコイルD_xの位置決めを行いつつ押え治具41によってドライブコイルD_xを押えるに十分な時間)が経過するまで固化せず、この所定時間以上が経過後、溝部にドライブコイルを接着するものである。

【0130】

つぎに、接着剤34が塗布された溝部32cにドライブコイルD_xを再度配置し、円筒部材31に対するドライブコイルD_xの位置決めを行う(ステップS305)。このステップS305において、ドライブコイルD_xは、上述したように位置決め部として機能する溝部32cの壁部33c-1, 33c-2に当て付けられ、これによって、円筒部材31に対するドライブコイルD_xの位置決めが達成される。

【0131】

その後、このように円筒部材31に対するドライブコイルD_xの位置決めがなされた溝部32cに沿って円筒部材31の外表面に押え治具41を再度取り付け、この取り付けた押え治具41によってドライブコイルD_xを溝部32cに押える(ステップS306)。このステップS306において、押え治具41は、図19に示すように、かかる溝部32c内のドライブコイルD_xの位置に合わせて円筒部材31の外表面に取り付けられ、このドライブコイルD_xの各辺部および各コーナー部を所定の順序で押えつつ、このドライブコイルD_xの位置を確定させる。

【0132】

具体的には、押え治具41は、まず、ドライブコイルD_xを当て付けた壁部33c-1, 33c-2が交差する溝部32cのコーナー部(すなわち、上述した配線引出部33c-5に対向するコーナー部)に、ドライブコイルD_xのコーナー部CN1を押える。つぎに、押え治具41は、図19に示す太線矢印の方向に沿って順次、ドライブコイルD_xの各辺部および各コーナー部を押える。この場合、押え治具41は、壁部33c-2に当て付けた状態のドライブコイルD_xの辺部をL治具42aによって押さえ、次いで、壁部3

3 c - 1 に当て付けた状態のドライブコイル D_x の辺部を R 治具 4 3 b によって押さえる。続いて、押え治具 4 1 は、壁部 3 3 c - 2 , 3 3 c - 3 が交差する溝部 3 2 c のコーナー部にドライブコイル D_x のコーナー部 C N 2 をコーナー押え治具 4 4 によって押え、次いで、壁部 3 3 c - 1 , 3 3 c - 4 が交差する溝部 3 2 c のコーナー部にドライブコイル D_x のコーナー部 C N 3 をコーナー押え治具 4 4 によって押える。その後、押え治具 4 1 は、壁部 3 3 c - 4 の近傍に配置されたドライブコイル D_x の辺部を L 治具 4 2 b によって押さえ、次いで、壁部 3 3 c - 3 の近傍に配置されたドライブコイル D_x の辺部を R 治具 4 3 a によって押える。最後に、押え治具 4 1 は、壁部 3 3 c - 3 , 3 3 c - 4 が交差する溝部 3 2 c のコーナー部（すなわち、上述した配線引出部 3 3 c - 5 として機能するコーナー部）にドライブコイル D_x のコーナー部 C N 4 をコーナー押え治具 4 4 によって押える。

10

【 0 1 3 3 】

このように押え治具 4 1 が溝部 3 2 c にドライブコイル D_x の各辺部および各コーナー部を押えた後、このドライブコイル D_x と溝部 3 2 c の底部との間の接着剤、すなわち上述したステップ S 3 0 4 において塗布した接着剤 3 4 を乾燥させて（ステップ S 3 0 7 ）、溝部 3 2 c にドライブコイル D_x を接着する。

【 0 1 3 4 】

つぎに、円筒部材 3 1 の外表面から押え治具 4 1 を取り外し（ステップ S 3 0 8 ）、その後、このドライブコイル D_x が接着された溝部 3 2 c に接着剤 3 4 を充填し、この充填した接着剤 3 4 を乾燥させて（ステップ S 3 0 9 ）、本作業を終了する。この結果、ドライブコイル D_x は、円筒部材 3 1 に対して特定の位置に配置された状態で溝部 3 2 c に完全に固定される。なお、このステップ S 3 0 9 において、接着剤 3 4 は、上述した図 9 , 1 0 に示したようにドライブコイルを収容した溝部から溢れない程度に（例えば、深さ 3 mm の溝部に対して 2 mm の深さまで）充填される。

20

【 0 1 3 5 】

ここで、上述したように押え治具 4 1 が溝部 3 2 c にドライブコイル D_x を押えた際（ステップ S 3 0 6 ）、円筒部材 3 1 の外形に沿って円弧状に湾曲する溝部 3 2 c の底部に略平らなドライブコイル D_x を押え付けるので、このドライブコイル D_x の各辺部の一部分（特に、壁部 3 3 c - 3 または壁部 3 3 c - 4 の近傍に位置するドライブコイル D_x の辺部）に、溝部 3 2 c に対して歪んだ湾曲形状部が発生する可能性がある。かかる湾曲形状部がドライブコイル D_x に発生した場合、円筒部材 3 1 に対して高精度にドライブコイル D_x を位置決めすることが困難になる。

30

【 0 1 3 6 】

このような問題を解決するために、かかるドライブコイル D_x を配置した溝部 3 2 c に、上述した補正部材 3 5 を必要に応じて挿入し、この補正部材 3 5 によってドライブコイル D_x の湾曲形状部を直線形状に補正してもよい。図 2 0 は、補正部材 3 5 によってドライブコイル D_x の湾曲形状部を直線形状に補正する状態を示す模式図である。

【 0 1 3 7 】

補正部材 3 5 は、例えば上述したステップ S 3 0 5 , S 3 0 6 において溝部 3 2 c に挿入される。溝部 3 2 c に挿入された補正部材 3 5 は、図 2 0 に示すように、溝部 3 2 c の壁部に沿ってスライドしてドライブコイル D_x の湾曲形状部に到達し、この湾曲形状部を溝部 3 2 c の壁部（例えば壁部 3 3 c - 4 ）に押し付けることによって、この湾曲形状部を直線形状に補正する。かかる補正部材 3 5 は、溝部 3 2 c に配置されたドライブコイル D_x の各辺部の形状を直線形状に維持するとともに、上述した位置決め部として機能する壁部 3 3 c - 1 , 3 3 c - 2 のみならず、残りの壁部 3 3 c - 3 , 3 3 c - 4 に対してもドライブコイル D_x の各辺部を当て付けることができる。かかる補正部材 3 5 の作用によって、溝部 3 2 c の 4 つの壁部 3 3 c - 1 , 3 3 c - 2 , 3 3 c - 3 , 3 3 c - 4 にドライブコイル D_x の各辺部を当て付けてドライブコイル D_x の位置決めを行うことができ、この結果、円筒部材 3 1 に対するドライブコイル D_x の位置決めを高めることができる。

40

50

【 0 1 3 8 】

なお、残りの略形状の溝部 3 2 d , 3 2 e , 3 2 f へのドライブコイル D_x , D_y の固定は、上述したステップ S 3 0 1 ~ S 3 0 9 を繰り返し行うことによって達成される。この場合、必要に応じて溝部 3 2 d , 3 2 e , 3 2 f に補正部材 3 5 を挿入することによって、上述したドライブコイル D_x の場合と同様の補正部材 3 5 の作用効果を各溝部 3 2 d , 3 2 e , 3 2 f のドライブコイル D_x , D_y についても得ることができる。

【 0 1 3 9 】

以上、説明したように、本発明の実施の形態では、切替部が、複数のドライブコイルの中から、カプセル型内視鏡等の検知体に内蔵した LC マーカに磁界を印加する駆動状態のドライブコイルを切り替え、制御部が、予め記憶部に保存した所定の情報（例えば上述した磁界情報テーブル 1 9 a および 1 未満のヒステリシス係数 A）をもとにドライブコイルの選択条件を決定し、この決定した選択条件を満足するドライブコイルをこれら複数のドライブコイルの中から選択し、この選択したドライブコイルを駆動状態に切り替えるように切替部のドライブコイル切替動作を制御するようにし、この選択した駆動状態のドライブコイルの磁界によって検知体内部の LC マーカが放出した誘導磁界を複数のセンスコイルによって検出し、かかる複数のセンスコイルによる誘導磁界の磁界強度検出結果をもとに検知体の位置情報を検出するように構成した。このため、これら複数のドライブコイルの中から、所定の 3 次元空間において変位または姿勢変更する検知体内の LC マーカの位置および方向に応じて最適なドライブコイル（例えば LC マーカに誘導磁界を発生させる磁界成分の強度が最も大きいドライブコイル）を選択できるとともに、ヒステリシス係数を用いて決定したドライブコイルの選択条件に基づいて駆動状態のドライブコイルをヒステリシス的に切り替えることができる。これによって、検知体が 3 次元空間内において変位する都度、この検知体の位置に応じて駆動状態のドライブコイルを短時間に繰り返し切り替える事態を防止することができ、この結果、ドライブコイルの切り替え後の過渡特性および温度特性を安定化できるとともに、安定した状態の磁界を LC マーカに印加でき、LC マーカを内蔵した検知体の位置検出処理を安定して行うことが可能な位置検出装置を実現することができる。

【 0 1 4 0 】

また、現駆動状態のドライブコイルの磁界によって検知体内部の LC マーカが放出した誘導磁界を検出する複数のセンスコイルの中から、この現駆動状態のドライブコイルの磁界の強度検出値が飽和状態または略零値になる不適切なセンスコイルを無効化して、残りの各センスコイルを選択し、この選択した各センスコイルによる誘導磁界の磁界強度検出結果をもとに検知体の位置情報を算出するようにしている。このため、これら複数のセンスコイルによる誘導磁界の検出値の中から信頼性の高い検出値のみを用いて検知体の位置情報を算出することができ、この結果、LC マーカを内蔵した検知体の位置検出精度を高めることができるとともに、この検知体の位置検出処理を安定して行うことが可能な位置検出装置を実現することができる。

【 0 1 4 1 】

さらに、複数のドライブコイルの中から駆動状態のドライブコイルを切り替える際、駆動状態のドライブコイルに印加する交流信号の出力を停止してから一定時間以上経過した後この駆動状態のドライブコイルに対応するリレーを OFF に切り替え、この駆動状態のドライブコイルに対応するリレーを OFF に切り替えてから一定時間が経過した後に別のドライブコイルに対応するリレーを ON に切り替えるようにし、かかる駆動状態のドライブコイルの切替期間において、誘導磁界の磁界強度検出結果に対する FFT 処理を停止するようにしている。このため、ドライブコイル切替時のリレーのチャタリングおよび不要な残電流を排除できるとともに、かかるリレーのチャタリングまたは残電流による FFT 処理への悪影響（誤った FFT 処理が実行される等）を防止することができる。この結果、複数のドライブコイルの中から駆動状態のドライブコイルを切り替える際の検知体の位置検出精度を高めることができる。

【 0 1 4 2 】

また、絶対座標系が規定された円筒部材の外表面に複数のドライブコイルを固定して、ヘルムホルツコイルの態様に配置された複数組のドライブコイルを構成する際に、この円筒部材の円弧形状に合わせて各ドライブコイルを押える所定の押え治具を用いて、この円筒部材の外表面に略平らな弾性部材であるドライブコイルを固定配置するようにしている。このため、円弧形状を有する円筒部材の外表面に略平らなドライブコイルを固定する際に生じる残留応力によるドライブコイルの歪み（湾曲変形）を抑制することができ、この結果、この円筒部材に対して複数組のドライブコイルを高精度に位置決めすることができるとともに、この円筒部材の外表面にこれら複数組のドライブコイルを容易に固定配置することができる。

【 0 1 4 3 】

なお、上述した本発明の実施の形態では、制御部 20 のセンスコイル選択部 20 b が、各センスコイル 16 c のキャリブレーション値をもとに位置情報算出処理に有効なセンスコイルを選択していたが、これに限らず、LC マーカ 2 a に磁界を印加するドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z に応じてセンスコイルを選択するセンスコイル選択部を備えるようにしてもよい。

【 0 1 4 4 】

具体的には、図 21 に示すように、このセンスコイル選択部 17 e は、磁界検出部 16 a、16 b の各センスコイル 16 c から誘導磁界の磁界強度検出結果を取得し、この取得した磁界強度検出結果の中から、駆動状態のドライブコイル（複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z のいずれか）に対応して制御部 20 が選択指示した各センスコイルを選択し、この選択した各センスコイルによる磁界強度検出結果をフィルタ 17 a に送出する。この場合、制御部 20 は、ドライブコイル毎に選択するセンスコイルを予め設定し、駆動状態のドライブコイルと LC マーカ 2 a の誘導磁界を検出させる各センスコイルとを一対一に対応付けて、現に駆動状態のドライブコイルに対応する各センスコイルをセンスコイル選択部 17 e に選択（切り替え）させてもよい。なお、図 21 に示す本発明の実施の形態の変形例にかかる位置検出装置は、上述した実施の形態にかかる位置検出装置 10 のセンスコイル選択部 20 b を備えず、その代わりにセンスコイル選択部 17 e を備える。この場合、制御部 20 は、かかるセンスコイル選択部 17 e の動作を制御する。その他の構成は上述した実施の形態と同じであり、同一構成部分には同一符号を付している。

【 0 1 4 5 】

また、上述した本発明の実施の形態では、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z のうちの駆動状態のドライブコイルを切り替える際、例えば図 5 に示したように、現駆動状態のドライブコイル D_x への交流信号の出力およびリレーを OFF に切り替え、その後、別のドライブコイル D_y への交流信号およびリレーを ON に切り替えていたが、これに限らず、非駆動状態のドライブコイルへの交流信号およびリレーを ON に切り替え、その後、現駆動状態のドライブコイルへの交流信号の出力およびリレーを OFF に切り替えてもよい。

【 0 1 4 6 】

具体的には、現駆動状態のドライブコイル D_x から別のドライブコイル D_y に駆動状態を切り替える場合、図 22 に示すように、制御部 20 は、上述した FFT 演算部 17 d が 1 区間分の FFT 処理を実行完了したタイミング（時間 t_1 ）でドライブコイル D_y のリレーを ON に切り替えるように磁界発生コイル切替部 15 を制御し、この時間 t_1 から一定時間が経過したタイミング（時間 t_2 ）で信号発生部 13 b を制御して、非駆動状態のドライブコイル D_y への交流信号の出力を開始する。この場合、制御部 20 は、かかるドライブコイル D_y への交流信号（正弦波）の振幅が略零値となってから、信号発生部 13 b に交流信号の出力を開始させる。つぎに、制御部 20 は、この時間 t_2 から一定時間が経過したタイミング（時間 t_3 ）で信号発生部 13 a を制御して、駆動状態のドライブコイル D_x への交流信号の出力を停止する。この場合、制御部 20 は、かかるドライブコイル D_x への交流信号（正弦波）の振幅が略零値となってから、信号発生部 13 a に交流信号の出力を停止させる。続いて、制御部 20 は、この時間 t_3 から一定時間が経過したタイ

10

20

30

40

50

ミング（時間 t_4 ）でドライブコイル D_x のリレーを OFF に切り替えるように磁界発生コイル切替部 15 を制御する。その後、制御部 20 は、かかる時間 t_4 のタイミングで FFT 演算部 17 d に FFT 処理を再開させる。

【0147】

図 22 に示したように制御部 20 が駆動状態のドライブコイルの切替制御を行うことによって、上述した実施の形態の場合と同様の作用効果を楽しむとともに、新規に駆動状態に切り替えたドライブコイルの立ち上がり時間（すなわち、交流信号を印加し始めてから安定した振幅および周波数の交番磁界を放出できる状態になるまでの時間）を十分にとることができる。この結果、複数組のドライブコイルの中から駆動状態のドライブコイルを切り替える際のドライブコイルの過渡特性をより安定化することができ、かかる駆動状態のドライブコイルの切り替え時における検知体の位置検出精度をさらに高めることができる。

10

【0148】

また、上述した本発明の実施の形態では、円筒部材 31 の外表面に、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の各々を固定配置するための溝部 32 a、32 b、32 c、32 d、32 e、32 f が略矩形形状の横断面を有する態様で形成されていたが、さらに、かかる溝部 32 a、32 b、32 c、32 d、32 e、32 f の各底部に、接着剤 34 の逃げ溝を設けてもよい。

【0149】

具体的には、図 23 に示すように、上述したドライブコイル D_z が固定配置される溝部 32 a の底部のうちの壁部近傍に、所望の深さの逃げ溝 32 h が溝部 32 a に沿って形成されてもよい。かかる逃げ溝 32 h は、溝部 32 a 内に塗布または充填された接着剤 34 を流入させる溝である。かかる逃げ溝 32 h の作用によって、接着剤 34 が溝部 32 a の外部に溢れ出る事態を抑制できるとともに、壁部 33 a とドライブコイル D_z との間への接着剤 34 の介入を抑制することができ、この結果、円筒部材 31 の外表面における接着剤 34 の無駄な漏出を防止しつつ、円筒部材 31 に対するドライブコイル D_z の位置決めを確実に実現することができる。なお、かかる逃げ溝 32 h は、他の溝部 32 b、32 c、32 d、32 e、32 f の各底部にも同様に形成することができ、これによって、上述した溝部 32 a の場合と同様の逃げ溝 32 h による作用効果を楽しむことができる。この結果、円筒部材 31 の外表面における接着剤 34 の無駄な漏出を防止しつつ、円筒部材 31 に対する複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の各位置決めを確実に実現することができる。

20

30

【0150】

また、上述した本発明の実施の形態では、予め設定したヒステリシス係数 A と非駆動状態のドライブコイルの各磁界強度 E_{sp1} 、 E_{sp2} （磁界強度 E_{dx} 、 E_{dy} 、 E_{dz} のいずれか二つ）との乗算値である各閾値（ $E_{sp1} \times A$ 、 $E_{sp2} \times A$ ）と駆動状態のドライブコイルの磁界強度 E_p （磁界強度 E_{dx} 、 E_{dy} 、 E_{dz} のいずれか一つ）とを比較し、この比較結果に基づいて、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z のの中から駆動状態のドライブコイルをヒステリシス的に選択（切替）していたが、これに限らず、上述したヒステリシス係数 A に代えて切替直後のドライブコイルの継続時間を予め設定し、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z のの中から駆動状態のドライブコイルをヒステリシス的に選択（切替）した後、この設定した継続時間が経過するまで、LC マーカ 2 a に対する磁界強度 E_{dx} 、 E_{dy} 、 E_{dz} によらず、この切り替え直後のドライブコイルの駆動状態を維持するようによい。

40

【0151】

具体的には、記憶部 19 は、上述した判断基準情報 19 b（すなわちドライブコイルの選択条件に関する情報の一部）として、ヒステリシス係数 A に代えて継続時間 T を予め記憶する。制御部 20 は、LC マーカ 2 a に対する各ドライブコイルの磁界強度 E_{dx} 、 E_{dy} 、 E_{dz} のうち、最も大きい磁界強度のドライブコイルを選択し、この選択したドライブコイルを駆動状態に切り替えるように磁界発生コイル切替部 15 を制御する。その後、制御

50

部 20 は、かかるドライブコイルの切り替えから継続時間 T が経過するまでの期間、検知体（カプセル型内視鏡 2）の変位等によって各ドライブコイルの磁界強度 E_{DX} 、 E_{DY} 、 E_{DZ} の大小関係が変化した場合であっても、かかる磁界強度 E_{DX} 、 E_{DY} 、 E_{DZ} の大小関係によらず、現駆動状態のドライブコイルを維持する。この場合も、上述した実施の形態と同様の作用効果を楽しむことができる。

【0152】

また、上述した本発明の実施の形態では、3次元空間 S に導入する際の LC マーカ 2 a のコイル軸方向を考慮してドライブコイルを初期的に選択していたが、これに限らず、3次元空間 S に LC マーカ 2 a（具体的には LC マーカ 2 a を内蔵するカプセル型内視鏡 2 等の検知体）を導入する際に、この LC マーカ 2 a の初期的なコイル軸方向（すなわち LC マーカ 2 a の導入方向）を検出するセンサを設け、このセンサの検出結果をもとに、LC マーカ 2 a 導入時のドライブコイルを初期的に選択してもよい。

10

【0153】

さらに、上述した本発明の実施の形態では、上述した磁界情報テーブル 19 a（絶対座標系の各軸上の位置とドライブコイルによる磁界強度との対応関係を示すルックアップテーブル）を用いて、各ドライブコイルが LC マーカ 2 a の位置に印加する磁界強度 B_{DX} 、 B_{DY} 、 B_{DZ} を算出していたが、これに限らず、磁界情報テーブル 19 a に代えて単位電流値（1 A の電流値）におけるドライブコイルの磁界強度である基準磁界を示すルックアップテーブルを予め有し、各ドライブコイルに印加する電流値（交流信号の出力値）をモニタして、このモニタした電流値と基準磁界とを乗算することによって磁界強度 B_{DX} 、 B_{DY} 、 B_{DZ} を算出してもよいし、磁界情報テーブル 19 a に代えて各ドライブコイルのコイル特性（コイルサイズ、コイル位置、巻き数等）を予め有し、各ドライブコイルに印加する電流値とコイル特性と検知体の位置情報とをもとに磁界強度 B_{DX} 、 B_{DY} 、 B_{DZ} を算出してもよい。この結果、記憶部 19 に保持させるデータ量を縮小することができる。

20

【0154】

また、上述した本発明の実施の形態では、複数組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z の中から駆動状態のドライブコイルを切り替える際、FFT 演算部 17 d による FFT 処理を停止していたが、これに限らず、制御部 20 は、かかるドライブコイルの切替期間内であっても、FFT 演算部 17 d に磁界強度信号の FFT 処理を実行させ、この FFT 演算部 17 d から取得した FFT 処理結果の中から、ドライブコイルの切替期間内に実行された FFT 処理結果を無効化してもよい。

30

【0155】

さらに、上述した本発明の実施の形態では、被検体内部に導入されたカプセル型内視鏡 2 を磁気誘導するカプセル誘導システムに組み込まれ、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の位置情報を検出する位置検出装置 10 を例示したが、これに限らず、本発明にかかる位置検出装置は、LC マーカ 2 a を内蔵した所定の検知体の 3次元空間における位置情報を検出するものであればよく、特に、カプセル誘導システムに組み合わせられた位置検出装置に限定されない。

【0156】

また、本発明にかかる位置検出装置によって位置情報が検出される検知体は、LC マーカ 2 a を内蔵するものであればよく、特に医療装置に限定されない。また、かかる検知体として位置情報が検出されるカプセル型医療装置は、上述したカプセル型内視鏡 2 に限らず、生体内の pH を計測するカプセル型 pH 計測装置であってもよいし、生体内に薬剤を散布または注射する機能を備えたカプセル型薬剤投与装置であってもよいし、生体内の物質を採取するカプセル型採取装置であってもよい。

40

【0157】

さらに、上述した本発明の実施の形態では、LC マーカ 2 a に磁界を印加する磁界発生部 12 が備える複数のドライブコイルとして 3 組のドライブコイル D_x 、 D_y 、 D_z を例示したが、かかる磁界発生部 12 が備えるドライブコイルの数量は、特に 3 組（すなわち合計 6 つ）に限定されず、複数（例えば 7 以上）であってもよい。この場合、上述した円筒

50

部材 3 1 の外表面には、配置する複数のドライブコイルに対応して複数の溝部が形成され、これら複数の溝部の各々にドライブコイルが固定配置されればよい。

【 0 1 5 8 】

また、上述した本発明の実施の形態では、例えばドライブコイル D_x 、ドライブコイル D_y 、ドライブコイル D_z の順のように固定の順序に沿ってドライブコイルを順次切り替え た際、この固定の順序内の各ドライブコイルの駆動時における各位置検出結果のうち、最 も高精度な位置検出結果を検知体の位置検出結果として採用してもよい。例えば、ドライ ブコイル D_x 、ドライブコイル D_y 、ドライブコイル D_z という固定の順序に沿ってドライ ブコイルの切替動作を行った際、ドライブコイル D_x の駆動時における位置検出結果が最 も高精度であった場合、このドライブコイルの切替動作期間内における検知体の位置検出 結果として、このドライブコイル D_x の駆動時における位置検出結果を採用する。

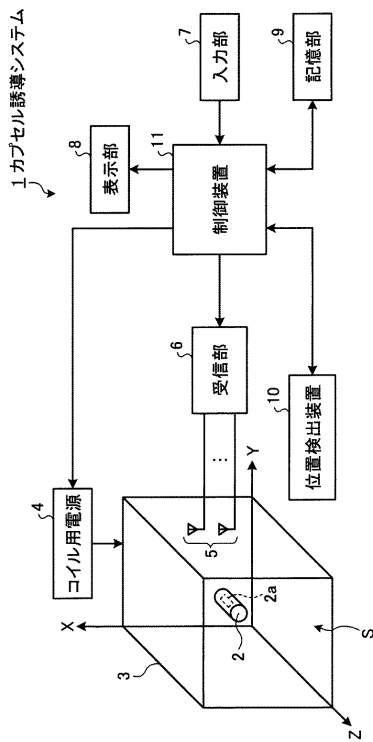
10

【 産業上の利用可能性 】

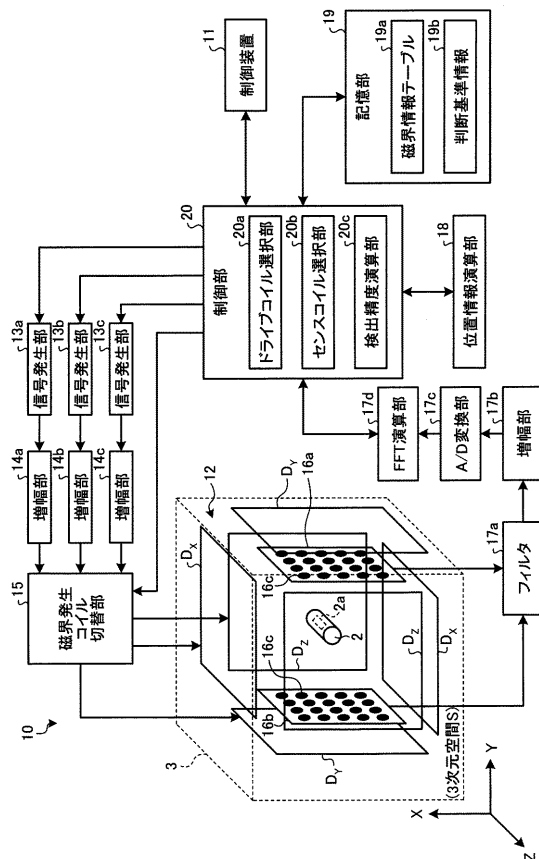
【 0 1 5 9 】

以上のように、本発明にかかる位置検出装置、医療装置誘導システム、位置検出方法、 および医療装置誘導方法は、コイルとコンデンサとの共振回路を内蔵する検知体の位置検 出に有用であり、特に、カプセル型医療装置等の検知体の位置検出処理を安定して行うこ とができる位置検出装置、医療装置誘導システム、位置検出方法、および医療装置誘導方 法に適している。

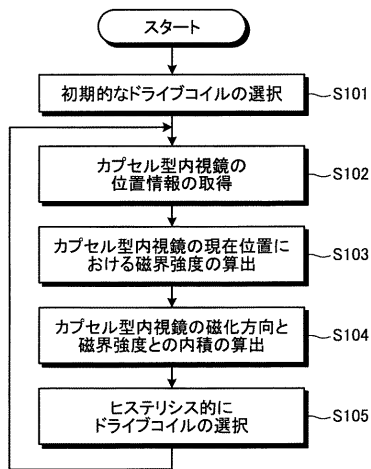
【 図 1 】



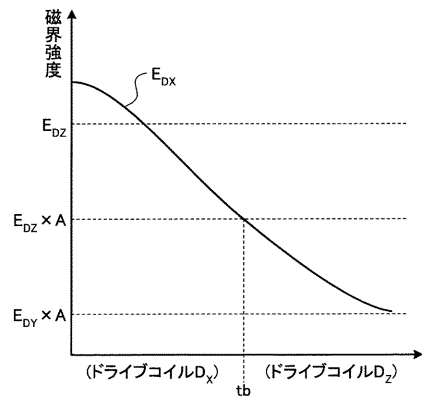
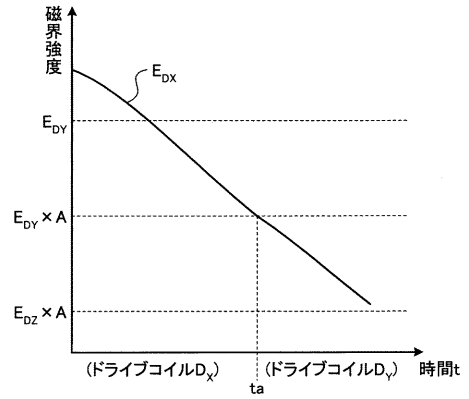
【 図 2 】



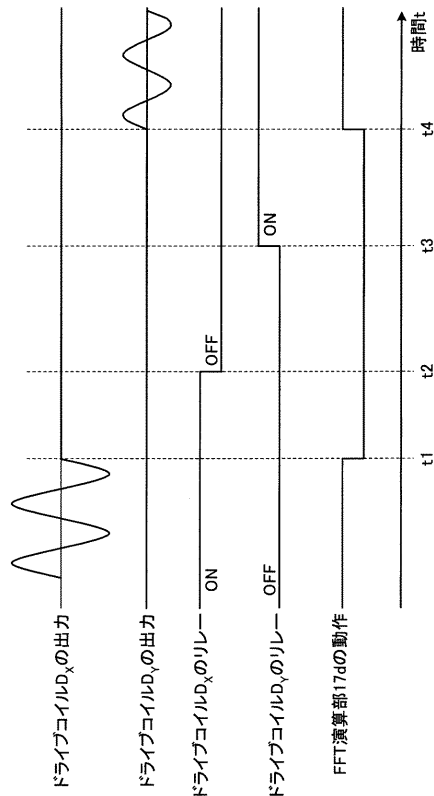
【 図 3 】



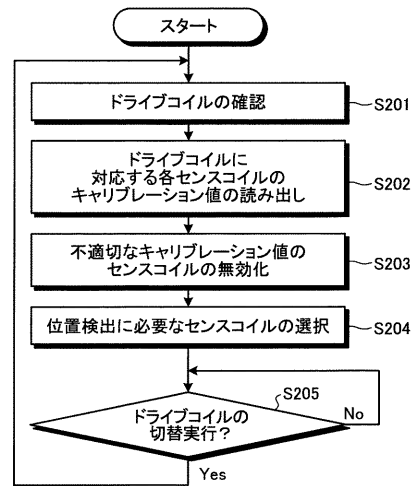
【 図 4 】



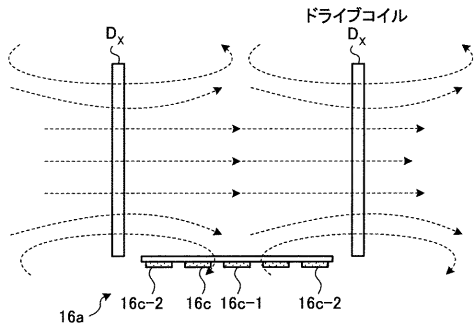
【 図 5 】



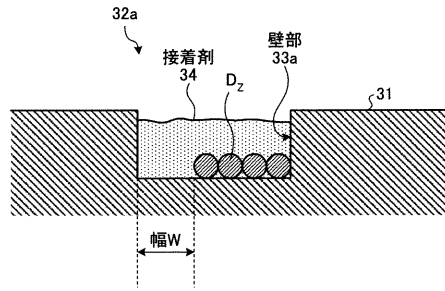
【 図 6 】



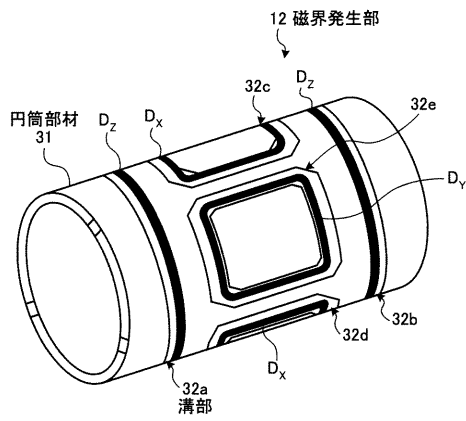
【図7】



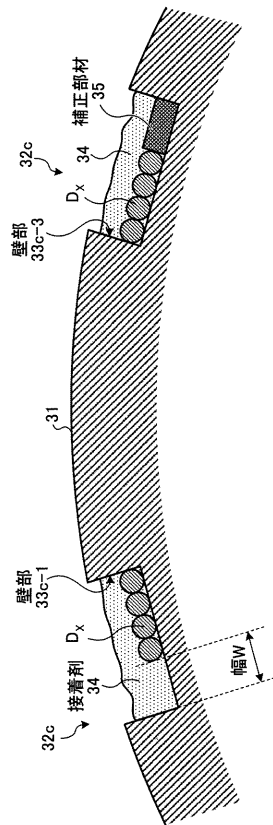
【図9】



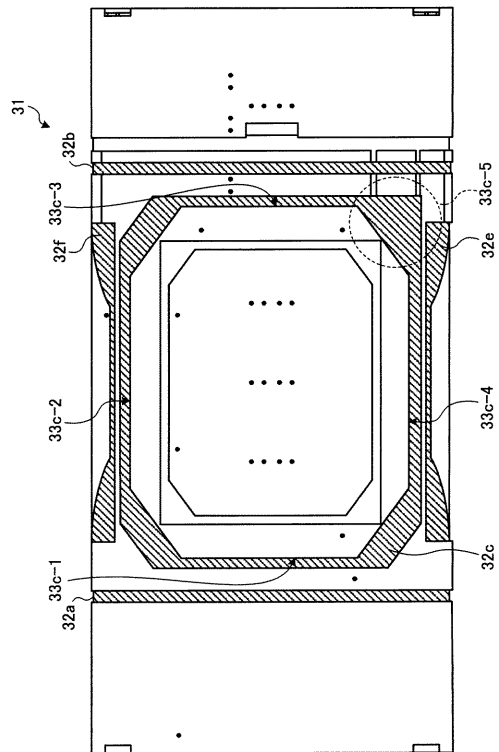
【図8】



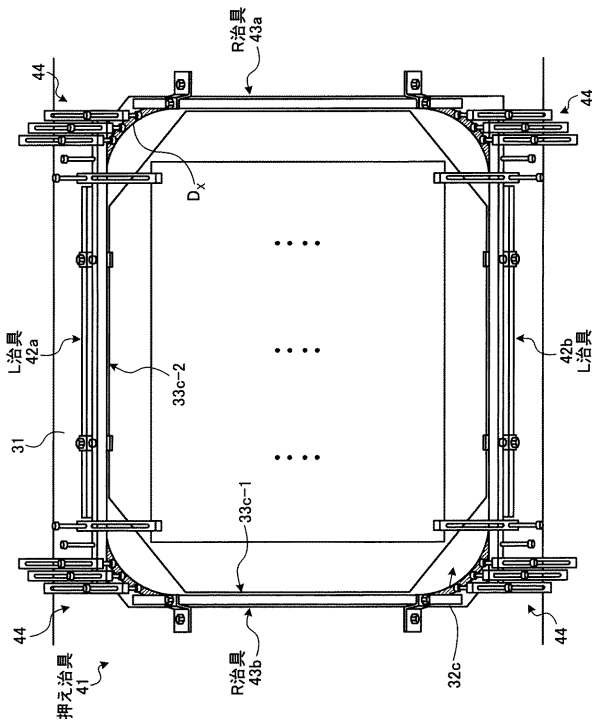
【図10】



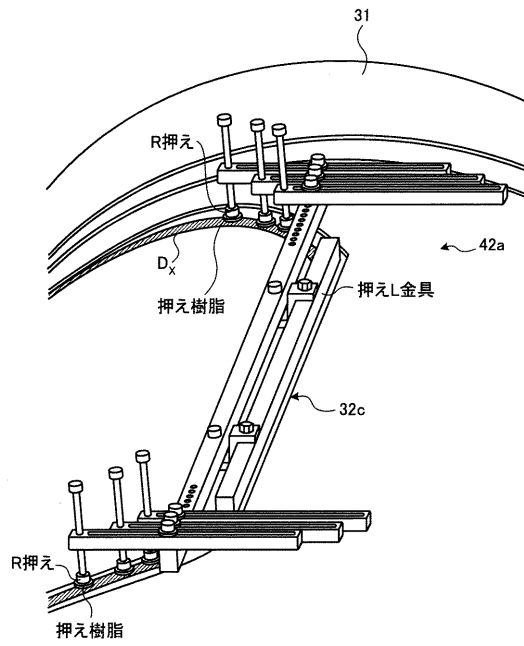
【図11】



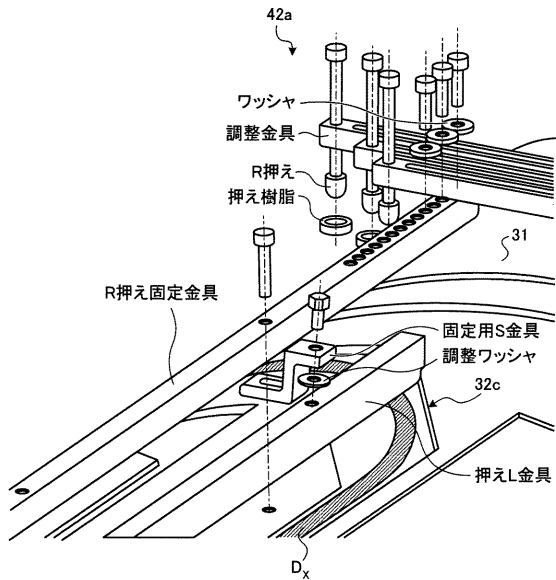
【図 1 2】



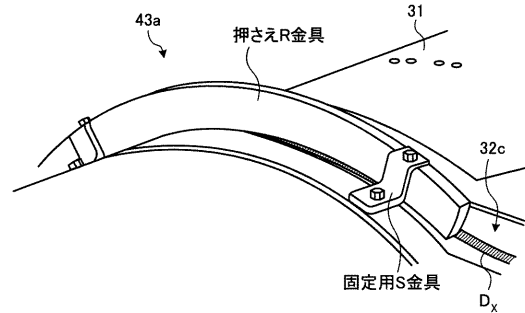
【図 1 3】



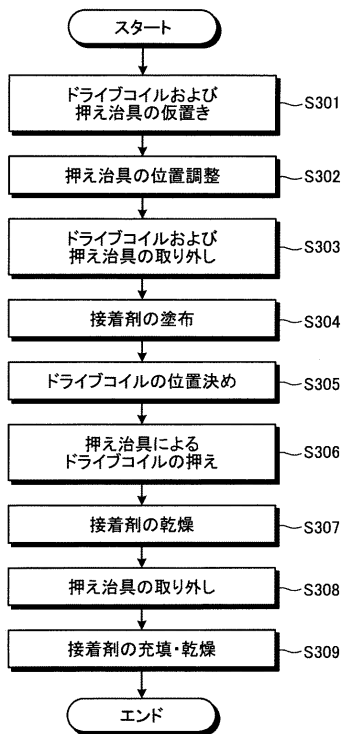
【図 1 4】



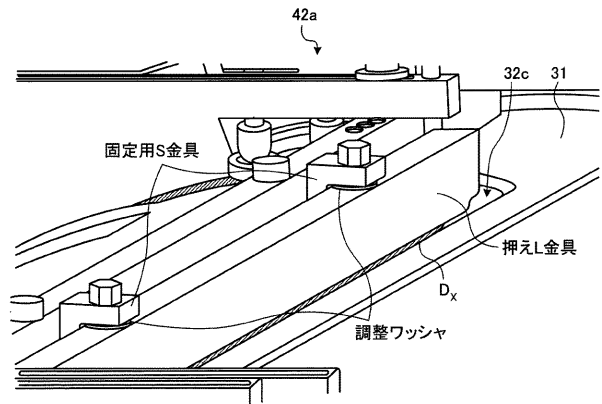
【図 1 5】



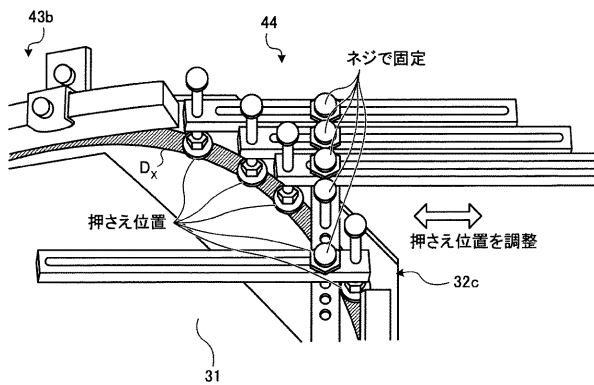
【図16】



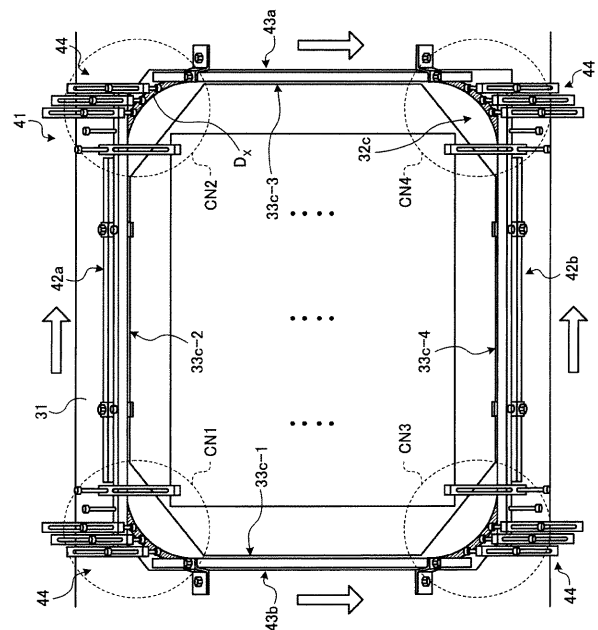
【図17】



【図18】



【図19】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/065450

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B1/00(2006.01)i, A61B5/06(2006.01)i, A61B5/07(2006.01)i, G01B7/00(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) A61B1/00, A61B5/06, A61B5/07, G01B7/00		
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 1996-2008 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008		
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 A	WO 2007/064013 A1 (Olympus Corp.), 07 June, 2007 (07.06.07), Full text; all drawings (Family: none)	1, 5, 11-14, 19 2-4, 6-10, 15-18
A	JP 2007-175317 A (Olympus Corp.), 12 July, 2007 (12.07.07), Full text; all drawings & WO 2007/074767 A1	1-19
A	WO 2007/043458 A1 (Olympus Corp.), 19 April, 2007 (19.04.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-19
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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	"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	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	
"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)	"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	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 14 November, 2008 (14.11.08)	Date of mailing of the international search report 25 November, 2008 (25.11.08)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/065450

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 2006-271520 A (Olympus Corp.), 12 October, 2006 (12.10.06), Full text; all drawings & US 2007/0244388 A1 & US 2007/0185398 A1 & EP 1833366 A & WO 2006/064972 A1 & KR 10-2007-0086118 A	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/065450

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: 20

because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

The invention of claim 20 substantially relates to a diagnostic method practiced on the human body since the invention includes a step of acquiring an in-vivo image and so forth of a subject while guiding a medical device guided inside the body of the subject (Continued to the extra sheet.)

2. Claims Nos.:

because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:

because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/065450

Continuation of Box No.II-1 of continuation of first sheet(2)

by causing a magnetic field to act on a magnet mounted in the medical device. Therefore, the subject matter is not required to be searched internationally under PCT Rule 39.1(iv).

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2008/065450									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i, A61B5/06(2006.01)i, A61B5/07(2006.01)i, G01B7/00(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 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00, A61B5/06, A61B5/07, G01B7/00											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2008年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2008年	日本国実用新案登録公報	1996-2008年	日本国登録実用新案公報	1994-2008年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2008年										
日本国実用新案登録公報	1996-2008年										
日本国登録実用新案公報	1994-2008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 請求の範囲の番号									
X A	WO 2007/064013 A1 (オリンパス株式会社) 2007.06.07 全文、全図 (ファミリーなし)	1, 5, 11-14, 19 2-4, 6-10, 15-18									
A	JP 2007-175317 A (オリンパス株式会社) 2007.07.12 全文、全図 & WO 2007/074767 A1	1-19									
A	WO 2007/043458 A1 (オリンパス株式会社) 2007.04.19 全文、全図 (ファミリーなし)	1-19									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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		の日の後に公表された文献									
「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		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 14.11.2008		国際調査報告の発送日 25.11.2008									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 長井 真一	2Q 9117								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3292								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 8 / 0 6 5 4 5 0
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 請求の範囲の番号
A	JP 2006-271520 A (オリンパス株式会社) 2006.10.12 全文、全図 & US 2007/0244388 A1 & US 2007/0185398 A1 & EP 1833366 A & WO 2006/064972 A1 & KR 10-2007-0086118 A	1-19

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,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,JP,KE,KG,KM,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,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 内山 昭夫

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 河野 宏尚

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 高橋 正樹

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 4C061 BB08 JJ17 JJ20 LL02 QQ06 UU06

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	位置检测装置，医疗装置引导系统，位置检测方法和医疗装置引导方法		
公开(公告)号	JPWO2009031456A1	公开(公告)日	2010-12-16
申请号	JP2009531202	申请日	2008-08-28
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	千葉淳 木村敦志 佐藤良次 内山昭夫 河野宏尚 高橋正樹		
发明人	千葉 淳 木村 敦志 佐藤 良次 内山 昭夫 河野 宏尚 高橋 正樹		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	G01B7/004 A61B1/00158 A61B1/041 A61B5/06 A61B5/065 A61B5/14539 A61B5/7257 A61B2034/732		
FI分类号	A61B1/00.320.Z A61B1/00.320.B		
F-TERM分类号	4C061/BB08 4C061/JJ17 4C061/JJ20 4C061/LL02 4C061/QQ06 4C061/UU06		
代理人(译)	酒井宏明		
优先权	2007233321 2007-09-07 JP		
其他公开文献	JP5478252B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的目的是能够稳定地进行具有内置的LC标记的检测体的位置检测处理。根据本发明的位置检测装置10，多组驱动线圈DX，Dy，Dz和多组驱动线圈DX，Dy，Dz磁场产生线圈切换单元15切换用于对胶囊型内窥镜2内的LC标记2a施加磁场的驱动线圈，存储与驱动线圈的选择条件有关的预定信息的存储单元19以及控制单元。基于来自LC标记2a的感应磁场的检测结果来检测胶囊型内窥镜2的位置。控制单元20基于预定信息确定驱动线圈选择条件，并且设置多个驱动线圈DX，Dy，Dz(满足所确定的选择条件的驱动线圈)。z)，并控制磁场产生线圈切换单元15切换到选定的驱动线圈。

