

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも第1時刻および該第1時刻から所定時間経過した第2時刻において、強度に関する位置依存性を有する位置検出用磁場を用いて検出対象の位置検出を行う位置検出装置であって、

可変な強度の位置検出用磁場を形成する磁場形成手段と、

前記検出対象が存在する位置において検出された前記位置検出用磁場の強度に基づき前記検出対象の位置を導出する位置導出手段と、

前記第1時刻における前記検出対象の位置に基づき、前記第2時刻において前記位置検出用磁場が前記検出対象によって検出可能な強度となるよう前記磁場形成手段を制御する磁場強度制御手段と、

を備えたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】

前記第1時刻における前記検出対象の位置に基づき、前記第2時刻において前記検出対象が存在することが可能な範囲として存在可能範囲を導出する範囲導出手段をさらに備え、

前記磁場強度制御手段は、前記範囲導出手段によって導出された存在可能範囲において検出可能な強度の前記位置検出用磁場を形成するよう前記磁場形成手段を制御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】

前記所定時間における前記検出対象の移動速度を導出する移動速度導出手段をさらに備え、

前記範囲導出手段は、前記第1時刻における前記検出対象の位置を中心とし、前記検出対象の移動速度に前記所定時間を乗算した値の半径を有する球状領域を前記第2時刻における存在可能範囲とすることを特徴とする請求項1または2に記載の位置検出装置。

【請求項 4】

前記所定時間における前記検出対象の移動速度を導出する移動速度導出手段と、

前記所定時間における前記検出対象の移動方向を導出する移動方向導出手段と、をさらに備え、

前記範囲導出手段は、前記第1時刻における前記検出対象の位置に対して、前記移動方向に前記移動速度と前記所定時間とを乗算した値だけ移動した位置を含む領域を前記存在可能範囲とすることを特徴とする請求項1または2に記載の位置検出装置。

【請求項 5】

前記移動速度導出手段は、前記位置導出手段によって過去の複数の時刻において導出された前記検出対象の位置の変化に基づき前記移動速度を導出することを特徴とする請求項3または4に記載の位置検出装置。

【請求項 6】

前記被検体内部における前記検出対象の位置と前記検出対象の位置との間の対応関係を記録した移動速度データベースをさらに備え、

前記移動速度導出手段は、前記第1時刻における前記検出対象の位置に基づき、前記移動速度データベースに記録された対応関係を用いて前記所定時間における前記検出対象の移動速度を導出することを特徴とする請求項3または4に記載の位置検出装置。

【請求項 7】

前記移動方向導出手段は、前記位置導出手段によって過去の複数の時刻において検出された位置の変化に基づき前記所定時間における前記検出対象の移動方向を導出することを特徴とする請求項4~6のいずれか一つに記載の位置検出装置。

【請求項 8】

前記検出対象が存在しうる領域には、前記検出対象の動きと無関係に定まる基準座標軸に対して固定された方向に直線的に進行する第1直線磁場が形成され、

前記位置検出用磁場は、前記第1直線磁場と異なる方向であって、前記基準座標軸に対

10

20

30

40

50

して固定された方向に直線的に進行する第2直線磁場であり、

前記移動方向導出手段は、前記検出対象に対して固定された対象座標軸と、前記第1直線磁場および前記第2直線磁場の進行方向との関係によって定まる前記検出対象の指向方向に基づき前記移動方向を導出することを特徴とする請求項4～6のいずれか一つに記載の位置検出装置。

【請求項9】

前記第1直線磁場は、地磁気によって形成されることを特徴とする請求項8に記載の位置検出装置。

【請求項10】

前記位置導出手段は、前記磁場形成手段によって前記磁場形成手段近傍において形成される磁場の強度と、前記検出対象によって検出された位置検出用磁場の強度とに基づき前記磁場形成手段と前記検出対象との間の距離を導出し、導出した距離を用いて前記検出対象の位置を導出することを特徴とする請求項1～9のいずれか一つに記載の位置検出装置。

【請求項11】

被検体内に導入される被検体内導入装置と、少なくとも第1時刻および該第1時刻から所定時間経過した第2時刻において、強度に関して位置依存性を有する位置検出用磁場を用いて前記被検体内導入装置の位置検出を行う位置検出装置とを備えた被検体内導入システムであって、

前記被検体内導入装置は、

形成された磁場の強度を少なくとも検出する磁場センサと、

前記磁場センサによって検出された磁場強度に関する情報を含む無線信号を送信する無線送信手段と、

を備え、

前記位置検出装置は、

可変な強度の位置検出用磁場を形成する磁場形成手段と、

所定の受信アンテナを介して受信された前記無線信号から抽出された、前記磁場センサによって検出された前記位置検出用磁場の強度に基づき前記被検体内導入装置の位置を導出する位置導出手段と、

前記第1時刻における前記被検体内導入装置の位置に基づき、前記第2時刻において前記位置検出用磁場が前記磁場センサによって検出可能な強度となるよう前記磁場形成手段を制御する磁場強度制御手段と、

を備えたことを特徴とする被検体内導入システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも第1時刻および該第1時刻から所定時間経過した第2時刻において、強度に関して位置依存性を有する位置検出用磁場を用いて検出対象の位置検出を行う技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、内視鏡の分野においては、飲み型のカプセル型内視鏡が提案されている。このカプセル型内視鏡には、撮像機能と無線通信機能とが設けられている。カプセル型内視鏡は、観察（検査）のために被検体の口から飲み込まれた後、自然排出されるまでの間、体腔内、例えば胃、小腸などの臓器の内部をその蠕動運動に従って移動し、順次撮像する機能を有する。

【0003】

体腔内を移動する間、カプセル型内視鏡によって体内で撮像された画像データは、順次無線通信により外部に送信され、外部に設けられたメモリに蓄積される。無線通信機能とメモリ機能とを備えた受信機を携帯することにより、被検体は、カプセル型内視鏡を飲み

10

20

30

40

50

込んだ後、排出されるまでの間に渡って、自由に行動できる。カプセル型内視鏡が排出された後、医者もしくは看護士においては、メモリに蓄積された画像データに基づいて臓器の画像をディスプレイに表示させて診断を行うことができる（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

さらに、従来のカプセル型内視鏡システムにおいては、体腔内におけるカプセル型内視鏡の位置を検出する機構を備えたものも提案されている。例えば、カプセル型内視鏡を導入する被検体の内部に強度に関して位置依存性を有する磁場を形成し、カプセル型内視鏡に内蔵した磁場センサによって検出された磁場の強度に基づき被検体内におけるカプセル型内視鏡の位置を検出することが可能である。かかるカプセル型内視鏡システムでは、磁場を形成するために、所定のコイルを被検体外部に配置した構成を採用しており、かかるコイルに所定の電流を流すことによって、被検体内部に磁場を形成することとしている。なお、位置検出のために形成する磁場は、被検体内部においてカプセル型内視鏡が存在しうる領域すべてにおいて、カプセル型内視鏡が検出可能な強度となるよう形成する必要がある。具体的には、従来のカプセル型内視鏡システムでは、口腔から肛門に至る消化器官すべてにおいて、カプセル型内視鏡が検出可能な磁場を形成する。

【0005】

【特許文献1】特開2003-19111号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、位置検出機構を備えた従来のカプセル型内視鏡システムは、消費電力が大幅に増加するという課題を有する。すなわち、強度に関して位置依存性を有する磁場を被検体内に形成するために、カプセル型内視鏡が被検体内に留まる数時間～十数時間の間に渡ってコイルに対して大電流を供給し続ける必要性が生じる。特に、従来のカプセル型内視鏡システムでは、上述したように被検体内部の消化器官全体に対して、カプセル型内視鏡が検出可能な強度の磁場を形成することとしていたため、磁場形成に必要となる電力は膨大なものとなり、消費電力低減の観点からは妥当ではない。

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、位置依存性を有する位置検出用磁場を用いてカプセル型内視鏡等の検出対象の位置検出を行う位置検出装置等に関して、必要かつ充分な位置検出用磁場を形成することが可能な位置検出装置および位置検出装置を用いた被検体内導入システムを実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、請求項1にかかる位置検出装置は、少なくとも第1時刻および該第1時刻から所定時間経過した第2時刻において、強度に関して位置依存性を有する位置検出用磁場を用いて検出対象の位置検出を行う位置検出装置であって、可変な強度の位置検出用磁場を形成する磁場形成手段と、前記検出対象が存在する位置において検出された前記位置検出用磁場の強度に基づき前記検出対象の位置を導出する位置導出手段と、前記第1時刻における前記検出対象の位置に基づき、前記第2時刻において前記位置検出用磁場が前記検出対象によって検出可能な強度となるよう前記磁場形成手段を制御する磁場強度制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】

この請求項1の発明によれば、第1時刻における検出対称の位置に基づき磁場形成手段によって形成される位置検出用磁場の強度を制御する磁場強度制御手段を備えることとしたため、例えば、第1時刻から所定時間だけ経過した第2時刻において、検出対象が明らかに存在しないと予測できる領域に関して無駄な位置検出用磁場が形成されることを防止することが可能となり、位置検出に際して必要かつ充分な強度の位置検出用磁場を形成することが可能である。

【0010】

また、請求項2にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記第1時刻における前記検出対象の位置に基づき、前記第2時刻において前記検出対象が存在することが可能な範囲として存在可能範囲を導出する範囲導出手段をさらに備え、前記磁場強度制御手段は、前記範囲導出手段によって導出された存在可能範囲において検出可能な強度の前記位置検出用磁場を形成するよう前記磁場形成手段を制御することを特徴とする。

【0011】

また、請求項3にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記所定時間における前記検出対象の移動速度を導出する移動速度導出手段をさらに備え、前記範囲導出手段は、前記第1時刻における前記検出対象の位置を中心とし、前記検出対象の移動速度に前記所定時間を乗算した値の半径を有する球状領域を前記第2時刻における存在可能範囲とすることを特徴とする。

【0012】

また、請求項4にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記所定時間における前記検出対象の移動速度を導出する移動速度導出手段と、前記所定時間における前記検出対象の移動方向を導出する移動方向導出手段とをさらに備え、前記範囲導出手段は、前記第1時刻における前記検出対象の位置に対して、前記移動方向に前記移動速度と前記所定時間とを乗算した値だけ移動した位置を含む領域を前記存在可能範囲とすることを特徴とする。

【0013】

また、請求項5にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記移動速度導出手段は、前記位置導出手段によって過去の複数の時刻において導出された前記検出対象の位置の変化に基づき前記移動速度を導出することを特徴とする。

【0014】

また、請求項6にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記被検体内部における前記検出対象の位置と前記検出対象の位置との間の対応関係を記録した移動速度データベースをさらに備え、前記移動速度導出手段は、前記第1時刻における前記検出対象の位置に基づき、前記移動速度データベースに記録された対応関係を用いて前記所定時間における前記検出対象の移動速度を導出することを特徴とする。

【0015】

また、請求項7にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記移動方向導出手段は、前記位置導出手段によって過去の複数の時刻において検出された位置の変化に基づき前記所定時間における前記検出対象の移動方向を導出することを特徴とする。

【0016】

また、請求項8にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記検出対象が存在する領域には、前記検出対象の動きと無関係に定まる基準座標軸に対して固定された方向に直線的に進行する第1直線磁場が形成され、前記位置検出用磁場は、前記第1直線磁場と異なる方向であって、前記基準座標軸に対して固定された方向に直線的に進行する第2直線磁場であり、前記移動方向導出手段は、前記検出対象に対して固定された対象座標軸と、前記第1直線磁場および前記第2直線磁場の進行方向との関係によって定まる前記検出対象の指向方向に基づき前記移動方向を導出することを特徴とする。

【0017】

また、請求項9にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記第1直線磁場は、地磁気によって形成されることを特徴とする。

【0018】

また、請求項10にかかる位置検出装置は、上記の発明において、前記位置導出手段は、前記磁場形成手段によって前記磁場形成手段近傍において形成される磁場の強度と、前記検出対象によって検出された位置検出用磁場の強度とに基づき前記磁場形成手段と前記検出対象との間の距離を導出し、導出した距離を用いて前記検出対象の位置を導出することを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0019】

また、請求項11にかかる被検体内導入システムは、被検体内に導入される被検体内導入装置と、少なくとも第1時刻および該第1時刻から所定時間経過した第2時刻において、強度に関して位置依存性を有する位置検出用磁場を用いて前記被検体内導入装置の位置検出を行う位置検出装置とを備えた被検体内導入システムであって、前記被検体内導入装置は、形成された磁場の強度を少なくとも検出する磁場センサと、前記磁場センサによって検出された磁場強度に関する情報を含む無線信号を送信する無線送信手段とを備え、前記位置検出装置は、可変な強度の位置検出用磁場を形成する磁場形成手段と、所定の受信アンテナを介して受信された前記無線信号から抽出された、前記磁場センサによって検出された前記位置検出用磁場の強度に基づき前記被検体内導入装置の位置を導出する位置導出手段と、前記第1時刻における前記被検体内導入装置の位置に基づき、前記第2時刻において前記位置検出用磁場が前記磁場センサによって検出可能な強度となるよう前記磁場形成手段を制御する磁場強度制御手段とを備えたことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0020】

本発明にかかる位置検出装置および被検体内導入システムは、第1時刻における検出対称の位置に基づき磁場形成手段によって形成される位置検出用磁場の強度を制御する磁場強度制御手段を備えることとしたため、例えば、第1時刻から所定時間だけ経過した第2時刻において、検出対象が明らかに存在しないと予測できる領域に関して無駄な位置検出用磁場が形成されることを防止することが可能となり、位置検出に際して必要かつ充分な強度の位置検出用磁場を形成することが可能であるという効果を奏する。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、この発明を実施するための最良の形態（以下では、単に「実施の形態」と称する）である位置検出装置および被検体内導入システムについて説明する。なお、図面は模式的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、それぞれの部分の厚みの比率などは現実のものとは異なることに留意すべきであり、図面の相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることはもちろんである。なお、以下の説明では、位置検出のメカニズムとして、第1直線磁場、第2直線磁場および拡散磁場を用いた技術を例として説明するが、かかる構成に限定して解釈すべきではないことはもちろんであり、位置依存性を有する位置検出用磁場を用いて複数の時刻に渡って検出対象の位置検出を行うものであれば、本発明を適用することが可能である。

30

【0022】

（実施の形態1）

まず、実施の形態1にかかる被検体内導入システムについて説明する。本実施の形態1では、被検体内導入システムの全体構成および各構成要素に関して説明すると共に位置検出メカニズムに関して説明した後、位置検出に使用される位置検出用磁場の強度に関する制御メカニズムに関する説明を行うこととする。

【0023】

図1は、本実施の形態1にかかる被検体内導入システムの全体構成について示す模式図である。図1に示すように、本実施の形態1にかかる被検体内導入システムは、被検体1の内部に導入されて通過経路に沿って移動するカプセル型内視鏡2と、カプセル型内視鏡2との間で無線通信を行うと共に、カプセル型内視鏡2に固定された対象座標軸と、被検体1に対して固定された基準座標軸との間の位置関係を検出する位置検出装置3と、位置検出装置3によって受信された、カプセル型内視鏡2から送信された無線信号の内容を表示する表示装置4と、位置検出装置3と表示装置4との間の情報の受け渡しを行うための携帯型記録媒体5とを備える。また、図1に示すように、本実施の形態1では、X軸、Y軸およびZ軸によって形成され、カプセル型内視鏡2に対して固定された座標軸である対象座標軸と、X軸、Y軸およびZ軸によって形成され、カプセル型内視鏡2の運動とは無関係に定められ、具体的には被検体1に対して固定された座標軸である基準座標軸とを設

40

50

定しており、以下に説明する機構を用いて基準座標軸に対する対象座標軸の位置関係を検出することとしている。

【0024】

表示装置4は、位置検出装置3によって受信された、カプセル型内視鏡2によって撮像された被検体内画像等を表示するためのものであり、携帯型記録媒体5によって得られるデータに基づいて画像表示を行うワークステーション等のような構成を有する。具体的には、表示装置4は、CRTディスプレイ、液晶ディスプレイ等によって直接画像等を表示する構成としても良いし、プリンタ等のように、他の媒体に画像等を出力する構成としても良い。

【0025】

携帯型記録媒体5は、後述する処理装置12および表示装置4に対して着脱可能であって、両者に対する装着時に情報の出力および記録が可能な構造を有する。具体的には、携帯型記録媒体5は、カプセル型内視鏡2が被検体1の体腔内を移動している間は処理装置12に装着されて被検体内画像および基準座標軸に対する対象座標軸の位置関係を記憶する。そして、カプセル型内視鏡2が被検体1から排出された後に、処理装置12から取り出されて表示装置4に装着され、記録したデータが表示装置4によって読み出される構成を有する。処理装置12と表示装置4との間のデータの受け渡しをコンパクトフラッシュ(登録商標)メモリ等の携帯型記録媒体5によって行うことで、処理装置12と表示装置4との間が有線接続された場合と異なり、カプセル型内視鏡2が被検体1内部を移動中であっても、被検体1が自由に行動することが可能となる。

【0026】

次に、カプセル型内視鏡2について説明する。カプセル型内視鏡2は、特許請求の範囲における検出対象の一例として機能するものである。具体的には、カプセル型内視鏡2は、被検体1の内部に導入され、被検体1内を移動しつつ被検体内情報を取得し、取得した被検体内情報を含む無線信号を外部に送信する機能を有する。また、カプセル型内視鏡2は、後述する位置関係の検出のための磁場検出機能を有すると共に駆動電力が外部から供給される構成を有し、具体的には外部から送信された無線信号を受信し、受信した無線信号を駆動電力として再生する機能を有する。

【0027】

図2は、カプセル型内視鏡2の構成を示すブロック図である。図2に示すように、カプセル型内視鏡2は、被検体内情報を取得する機構として、被検体内情報を取得する被検体内情報取得部14と、取得された被検体内情報に対して所定の処理を行う信号処理部15とを備える。また、カプセル型内視鏡2は、磁場検出機構として磁場を検出し、検出磁場に対応した電気信号を出力する磁場センサ16と、出力された電気信号を増幅するための増幅部17と、増幅部17から出力された電気信号をデジタル信号に変換するA/D変換部18とを備える。

【0028】

被検体内情報取得部14は、被検体内情報、本実施の形態1においては被検体1の画像データたる被検体内画像を取得するためのものである。具体的には、被検体内情報取得部14は、照明部として機能するLED22と、LED22の駆動を制御するLED駆動回路23と、LED22によって照明された領域の少なくとも一部を撮像する撮像部として機能するCCD24と、CCD24の駆動状態を制御するCCD駆動回路25とを備える。なお、照明部および撮像部の具体的な構成としては、LED、CCDを用いることは必須ではなく、例えば撮像部としてCMOS等を用いることとしても良い。

【0029】

磁場センサ16は、カプセル型内視鏡2の存在領域に形成されている磁場の方位および強度を検出するためのものである。具体的には、磁場センサ16は、例えば、M I (Magneto Impedance)センサを用いて形成されている。M Iセンサは、例えばFeCoSiB系アモルファスワイヤを感磁媒体として用いた構成を有し、感磁媒体に高周波電流を通電した際に、外部磁界に起因して感磁媒体の磁気インピーダンスが大きく変化するM I効果を利用し

10

20

30

40

50

て磁場強度の検出を行っている。なお、磁場センサ16は、M I センサ以外にも、例えばM R E (磁気抵抗効果) 素子、G M R (巨大磁気抵抗効果) 磁気センサ等を用いて構成することとしても良い。

【0030】

図1にも示したように、本実施の形態1では、検出対象たるカプセル型内視鏡2の座標軸として、X軸、Y軸およびZ軸によって規定された対象座標軸を想定している。かかる対象座標軸に対応して、磁場センサ16は、カプセル型内視鏡2が位置する領域に形成された磁場について、X方向成分、Y方向成分およびZ方向成分の磁場強度を検出し、それぞれの方向における磁場強度に対応した電気信号を出力する機能を有する。磁場センサ16によって検出された、対象座標軸における磁場強度成分は、後述の無線送信部19を介して位置検出装置3に送信され、位置検出装置3は、磁場センサ16によって検出された磁場成分の値に基づいて対象座標軸と基準座標軸の位置関係を導出することとなる。

【0031】

さらに、カプセル型内視鏡2は、送信回路26および送信アンテナ27を備えると共に外部に対して無線送信を行うための無線送信部19と、無線送信部19に対して出力する信号に関して、信号処理部15から出力されたものとA/D変換部18から出力されたものとの間で適宜切り替える切替部20とを備える。また、カプセル型内視鏡2は、被検体内情報取得部14、信号処理部15および切替部20の駆動タイミングを同期させるためのタイミング発生部21を備える。

【0032】

また、カプセル型内視鏡2は、外部からの給電用の無線信号を受信するための機構として、受信アンテナ28と、受信アンテナ28を介して受信された無線信号から電力を再生する電力再生回路29と、電力再生回路29から出力された電力信号の電圧を昇圧する昇圧回路30と、昇圧回路30によって所定の電圧に変化した電力信号を蓄積し、上記した他の構成要素の駆動電力として供給する蓄電器31とを備える。

【0033】

受信アンテナ28は、例えばループアンテナを用いて形成される。かかるループアンテナは、カプセル型内視鏡2内の所定の位置に固定されており、具体的にはカプセル型内視鏡2に固定された対象座標軸における所定の位置および指向方向を有するよう配置されている。

【0034】

次に、位置検出装置3について説明する。位置検出装置3は、図1に示すように、カプセル型内視鏡2から送信される無線信号を受信するための受信アンテナ7a～7dと、カプセル型内視鏡2に対して給電用の無線信号を送信するための送信アンテナ8a～8dと、第1直線磁場を形成する第1直線磁場形成部9と、第2直線磁場を形成する第2直線磁場形成部10と、拡散磁場を形成する拡散磁場形成部11と、受信アンテナ7a～7dを介して受信された無線信号等に対して所定の処理を行う処理装置12とを備える。

【0035】

受信アンテナ7a～7dは、カプセル型内視鏡2に備わる無線送信部19から送信された無線信号を受信するためのものである。具体的には、受信アンテナ7a～7dは、ループアンテナ等によって形成され、処理装置12に対して受信した無線信号を伝達する機能を有する。

【0036】

送信アンテナ8a～8dは、処理装置12によって生成された無線信号をカプセル型内視鏡2に対して送信するためのものである。具体的には、送信アンテナ8a～8dは、処理装置12と電気的に接続されたループアンテナ等によって形成されている。

【0037】

なお、受信アンテナ7a～7d、送信アンテナ8a～8dおよび以下に述べる第1直線磁場形成部9等の具体的な構成としては、図1に示したものに限定されないことに注意が必要である。すなわち、図1はこれらの構成要素についてあくまで模式的に示すものであ

10

20

30

40

50

って、受信アンテナ 7 a ~ 7 d 等の個数は図 1 に示した個数に限定されることはなく、配置される位置、具体的な形状等についても、図 1 に示したものに限定されること無く任意の構成を採用することが可能である。

【 0 0 3 8 】

第 1 直線磁場形成部 9 は、被検体 1 内において所定方向の直線磁場を形成するためのものである。ここで、「直線磁場」とは、少なくとも所定の空間領域、本実施の形態 1 では被検体 1 内部のカプセル型内視鏡 2 が位置しうる空間領域において、実質上 1 方向のみの磁場成分からなる磁場のことをいう。第 1 直線磁場形成部 9 は、具体的には、図 1 にも示すように、被検体 1 の胴体部分を覆うように形成されたコイルと、かかるコイルに対して所定の電流を供給する電流源（図示省略）とを備え、かかるコイルに所定の電流を流すことによって、被検体 1 内部の空間領域内に直線磁場を形成する機能を有する。ここで、第 1 直線磁場の進行方向としては任意の方向を選択することとして良いが、本実施の形態 1 においては、第 1 直線磁場は、被検体 1 に対して固定された基準座標軸における z 軸方向に進行する直線磁場であることとする。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、第 1 直線磁場形成部 9 によって形成される第 1 直線磁場を示す模式図である。図 3 に示すように、第 1 直線磁場形成部 9 を形成するコイルは、被検体 1 の胴部を内部に含むよう形成されると共に基準座標軸における z 軸方向に延伸した構成を有する。従って、第 1 直線磁場形成部 9 によって被検体 1 内部に形成される第 1 直線磁場は、図 3 に示すように、基準座標軸における z 軸方向に進行する磁力線が形成されることとなる。

【 0 0 4 0 】

次に、第 2 直線磁場形成部 10 および拡散磁場形成部 11 について説明する。第 2 直線磁場形成部 10 および拡散磁場形成部 11 は、それぞれ特許請求の範囲における磁場形成手段の一例として機能するものであり、形成される第 2 直線磁場および拡散磁場は、特許請求の範囲における位置検出用磁場の一例として機能するものである。なお、以下の説明においては、特に具体例に関して第 2 直線磁場形成部 10 を磁場形成手段の例として説明するが、説明からも明らかかなように、磁場形成手段の例として拡散磁場形成部 11 を用いた場合であっても同様に成立することはもちろんである。

【 0 0 4 1 】

第 2 直線磁場形成部 10 は、第 1 直線磁場とは異なる方向に進行する直線磁場である第 2 直線磁場を形成するためのものである。また、拡散磁場形成部 11 は、第 1 直線磁場形成部 9 、第 2 直線磁場形成部 10 とは異なり、磁場方向が位置依存性を有する拡散磁場、本実施の形態 1 では拡散磁場形成部 11 から離隔するにつれて拡散する磁場を形成するためのものである。

【 0 0 4 2 】

図 4 は、第 2 直線磁場形成部 10 および拡散磁場形成部 11 の構成を示すと共に、第 2 直線磁場形成部 10 によって形成される第 2 直線磁場の態様を示す模式図である。図 4 に示すように、第 2 直線磁場形成部 10 は、基準座標軸における y 軸方向に延伸し、コイル断面が x z 平面と平行となるよう形成されたコイル 32 と、コイル 32 に対して電流供給を行うための電流源 33 とを備える。このため、コイル 32 によって形成される第 2 直線磁場は、図 4 に示すように、少なくとも被検体 1 内部においては直線磁場となると共に、コイル 32 から離れるにつれて徐々に強度が減衰する特性、すなわち強度に関して位置依存性を有することとなる。

【 0 0 4 3 】

また、拡散磁場形成部 11 は、コイル 34 と、コイル 34 に対して電流供給を行うための電流源 35 とを備える。ここで、コイル 32 は、あらかじめ定めた方向に進行方向を有する磁場を形成するよう配置されており、本実施の形態 1 の場合には、コイル 32 によって形成される直線磁場の進行方向が基準座標軸における y 軸方向となるよう配置されている。また、コイル 34 は、後述する磁力線方位データベース 42 に記憶された磁場方向と同一の拡散磁場を形成する位置に固定されている。

【0044】

なお、本実施の形態1において、第2直線磁場形成部10および拡散磁場形成部11は、後述する磁場強度制御部50による制御に従って、形成する磁場の強度を調整する機能を有する。具体的には、第2直線磁場形成部10および拡散磁場形成部11は、磁場強度制御部50の制御に対して電流源33、35によって供給される電流値を調整することによって、磁場強度の調整を行う機能を有する。

【0045】

図5は、拡散磁場形成部11によって形成される拡散磁場の様子を示す模式図である。図5に示すように、拡散磁場形成部11に備わるコイル34は、被検体1の表面上に渦巻き状に形成されており、拡散磁場形成部11によって形成される拡散磁場は、図5に示すようにコイル34(図5にて図示省略)によって形成された磁場において、磁力線が放射状に一旦拡散し、再びコイル34に入射するよう形成されている。

10

【0046】

なお、本実施の形態1において、第1直線磁場形成部9、第2直線磁場形成部10および拡散磁場形成部11は、それぞれ異なる時刻に磁場を形成することとする。すなわち、本実施の形態1では、第1直線磁場形成部9等は、同時に磁場を形成するのではなく、所定の順序に従って磁場を形成する構成とし、カプセル型内視鏡2に備わる磁場センサ16は、第1直線磁場、第2直線磁場および拡散磁場を別個独立に検出することとする。

20

【0047】

次に、処理装置12の構成について説明する。図6は、処理装置12の具体的な構成を模式的に示すブロック図である。まず、処理装置12は、カプセル型内視鏡2によって送信された無線信号の受信処理を行う機能を有し、かかる機能に対応して、受信アンテナ7a～7dのいずれかを選択する受信アンテナ選択部37と、選択した受信アンテナを介して受信された無線信号に対して復調処理等を行うことによって、無線信号に含まれる原信号を抽出する受信回路38と、抽出された原信号を処理することによって画像信号等を再構成する信号処理部39とを有する。

20

【0048】

具体的には、信号処理部39は、抽出された原信号に基づき磁場信号S1～S3および画像信号S4を再構成し、それぞれ適切な構成要素に対して出力する機能を有する。ここで、磁場信号S1～S3は、それぞれ磁場センサ16によって検出された第1直線磁場、第2直線磁場および拡散磁場に対応する磁場信号である。また、画像信号S4は、被検体内情報取得部14によって取得された被検体内画像に対応するものである。なお、磁場信号S1～S3の具体的な形態としては、カプセル型内視鏡2に対して固定された対象座標軸における検出磁場強度に対応した方向ベクトルによって表現され、対象座標軸における磁場進行方向および磁場強度に関する情報を含むものとする。また、画像信号S4は、記録部43に対して出力される。記録部43は、入力されたデータを携帯型記録媒体5に対して出力するためのものであり、画像信号S4以外にも、後述する位置検出の結果等についても携帯型記録媒体5に記録する機能を有する。

30

【0049】

また、処理装置12は、カプセル型内視鏡2によって検出された磁場強度等に基づき、被検体1内部におけるカプセル型内視鏡2の位置を検出する機能と、被検体1に対して固定された基準座標軸に対してカプセル型内視鏡2に対して固定された対象座標軸のなす方位とを検出する機能を有する。具体的には、カプセル型内視鏡2によって送信され、信号処理部39によって出力される信号のうち、第1直線磁場および第2直線磁場の検出強度に対応した磁場信号S1、S2に基づき基準座標軸に対する対象座標軸のなす方位を導出する方位導出部40と、拡散磁場の検出強度に対応した磁場信号S3および磁場信号S2と、方位導出部40の導出結果とを用いてカプセル型内視鏡2の位置を導出する位置導出部41と、位置導出部41による位置導出の際に、拡散磁場を構成する磁力線の進行方向と位置との対応関係を記録した磁力線方位データベース42とを備える。これらの構成要素による方位導出および位置導出に関しては、後に詳細に説明する。

40

50

【0050】

さらに、処理装置12は、カプセル型内視鏡2に対して駆動電力を無線送信する機能を有し、送信する無線信号の周波数を規定する発振器44と、発振器44から出力される無線信号の強度を增幅する增幅回路46と、無線信号の送信に用いる送信アンテナを選択する送信アンテナ選択部47とを備える。かかる無線信号は、カプセル型内視鏡2に備わる受信アンテナ28によって受信され、カプセル型内視鏡2の駆動電力として機能することとなる。

【0051】

また、処理装置12は、受信アンテナ選択部37および送信アンテナ選択部47によるアンテナ選択様式を制御する選択制御部48を備える。選択制御部48は、方位導出部40および位置導出部41によってそれぞれ導出されたカプセル型内視鏡2の方位および位置に基づき、カプセル型内視鏡2に対する送受信に最も適した送信アンテナ8および受信アンテナ7を選択する機能を有する。

【0052】

また、処理装置12は、第2直線磁場形成部10および拡散磁場形成部11によって形成される磁場の強度を制御する機能を有する。具体的には、処理装置12は、記録部43に記録された、カプセル型内視鏡2の位置の履歴に基づきカプセル型内視鏡2の移動速度を導出する移動速度導出部48と、導出した移動速度とカプセル型内視鏡2の過去の位置とに基づきカプセル型内視鏡2が位置する範囲を導出する範囲導出部49と、導出された範囲に基づき第2直線磁場形成部10および拡散磁場形成部11に対して形成磁場強度の制御を行う磁場強度制御部50とを備える。移動速度導出部48および磁場強度制御部50の機能については、後に詳細に説明する。また、処理装置12は、これらの構成要素に対して駆動電力を供給するための電力供給部51を備える。

【0053】

次に、本実施の形態1にかかる被検体内導入システムの動作について説明する。以下では、検出対象たるカプセル型内視鏡2の位置検出メカニズムについて説明した後に、位置導出等に使用される第2直線磁場および拡散磁場の強度制御メカニズムについて説明を行い、最後に全体としての動作について説明を行う。

【0054】

まず、カプセル型内視鏡2の位置検出メカニズムについて説明する。本実施の形態1にかかる被検体内導入システムでは、被検体1に対して固定された基準座標軸と、カプセル型内視鏡2に対して固定された対象座標軸との間で位置関係を導出する構成を有し、具体的には、基準座標軸に対する対象座標軸の方位を導出した上で、導出した方位を利用して基準座標軸上における対象座標軸の原点の位置、すなわち被検体1内部におけるカプセル型内視鏡2の位置を導出することとしている。従って、以下ではまず方位導出メカニズムについて説明した後、導出した方位を用いた位置導出メカニズムについて説明することとなるが、本発明の適用対象がかかる位置検出メカニズムを有するシステムに限定されないことはもちろんである。

【0055】

方位導出部40によって行われる方位導出メカニズムについて説明する。図7は、被検体1中をカプセル型内視鏡2が移動している際ににおける基準座標軸と対象座標軸との関係を示す模式図である。既に説明したように、カプセル型内視鏡2は、被検体1内部を通過経路に沿って進行しつつ、進行方向を軸として所定角度だけ回転している。従って、カプセル型内視鏡2に対して固定された対象座標軸は、被検体1に固定された基準座標軸に対して、図7に示すような方位のずれを生じることとなる。

【0056】

一方で、第1直線磁場形成部9および第2直線磁場形成部10は、それぞれ被検体1に対して固定される。従って、第1直線磁場形成部9および第2直線磁場形成部10によって形成される第1、第2直線磁場は、基準座標軸に対して一定の方向、具体的には第1直線磁場は基準座標軸におけるz軸方向、第2直線磁場はy軸方向に進行する。

10

20

30

40

50

【0057】

本実施の形態1における方位導出は、かかる第1直線磁場および第2直線磁場を利用して行われる。具体的には、まず、カプセル型内視鏡2に備わる磁場センサ16によって、時分割に供給される第1直線磁場および第2直線磁場の進行方向が検出される。磁場センサ16は、対象座標軸におけるX軸方向、Y軸方向およびZ軸方向の磁場成分を検出するよう構成されており、検出された第1、第2直線磁場の対象座標軸における進行方向に関する情報は、無線送信部19を介して位置検出装置3に対して送信される。

【0058】

カプセル型内視鏡2によって送信された無線信号は、信号処理部39等による処理を経て、磁場信号S₁、S₂として出力される。例えば、図7の例においては、磁場信号S₁には、第1直線磁場の進行方向として座標(X₁、Y₁、Z₁)に関する情報が含まれ、磁場信号S₂には、第2直線磁場の進行方向として座標(X₂、Y₂、Z₂)に関する情報が含まれる。これに対して、方位導出部40は、磁場信号S₁、S₂の入力を受けて基準座標軸に対する対象座標軸の方位の導出を行う。具体的には、方位導出部40は、対象座標軸において、(X₁、Y₁、Z₁)および(X₂、Y₂、Z₂)の双方に対する内積の値が0となる座標(X₃、Y₃、Z₃)を基準座標軸におけるz軸の方向に対応するものとして把握する。そして、方位導出部40は、上記の対応関係に基づいて所定の座標変換処理を行い、対象座標軸におけるX軸、Y軸およびZ軸の、基準座標軸における座標を導出し、かかる座標を方位情報として出力する。以上が方位導出部40による方位導出メカニズムである。

【0059】

次に、位置導出部41によるカプセル型内視鏡2の位置導出メカニズムを説明する。位置導出部41は、信号処理部39から磁場信号S₂、S₃が入力され、方位導出部40から方位情報が入力されると共に、磁力線方位データベース42に記憶された情報を入力する構成を有する。位置導出部41は、入力されるこれらの情報に基づき、以下の通りにカプセル型内視鏡2の位置導出を行う。

【0060】

まず、位置導出部41は、磁場信号S₂を用いて、第2直線磁場形成部10とカプセル型内視鏡2との間の距離の導出を行う。磁場信号S₂は、カプセル型内視鏡2の存在領域における第2直線磁場の検出結果に対応するものであり、第2直線磁場は、第2直線磁場形成部10が被検体1外部に配置されたことに対応して、第2直線磁場形成部10から離隔するにつれてその強度が減衰する特性を有する。かかる特性を利用して、位置導出部41は、第2直線磁場形成部10近傍における第2直線磁場の強度(第2直線磁場形成部10に流す電流値より求まる)と、磁場信号S₂から求まるカプセル型内視鏡2の存在領域における第2直線磁場の強度とを比較し、第2直線磁場形成部10とカプセル型内視鏡2との間の距離rを導出する。かかる距離rを導出した結果、図8に示すように、カプセル型内視鏡2は、第2直線磁場形成部10から距離rだけ離れた点の集合である曲面52上に位置することが明らかとなる。

【0061】

そして、位置導出部41は、磁場信号S₃、方位導出部40によって導出された方位情報および磁力線方位データベース42に記憶された情報に基づきカプセル型内視鏡2の曲面52上における位置を導出する。具体的には、磁場信号S₃および方位情報に基づき、カプセル型内視鏡2の存在位置における拡散磁場の進行方向を導出する。磁場信号S₃は、拡散磁場を対象座標軸に基づき検出した結果に対応する信号であるから、かかる磁場信号S₃に基づく拡散磁場の進行方向に関して、方位情報を用いて対象座標軸から基準座標軸へ座標変換処理を施すことによって、カプセル型内視鏡2の存在位置における、基準座標軸における拡散磁場の進行方向が導出される。そして、磁力線方位データベース42は、基準座標軸における拡散磁場の進行方向と位置との対応関係を記録していることから、位置導出部41は、図9に示すように、磁力線方位データベース42に記憶された情報を参照することによって導出した拡散磁場の進行方向に対応した位置を導出し、導出した位置をカプセル型内視鏡2の位置として特定する。以上が位置導出部41による位置導出メカニズムである。

10

20

30

40

50

カニズムである。

【0062】

次に、第2直線磁場および拡散磁場の強度制御について説明する。かかる磁場強度の制御は、位置検出用磁場として使用される第2直線磁場等の形成に必要となる電力の消費量を低減する目的でなされるものである。より具体的には、本実施の形態1における磁場強度制御は、これから行われる位置検出の際に、カプセル型内視鏡2の位置をある程度予測し、かかる予測範囲においてカプセル型内視鏡2の備わる磁場センサ16によって検出することが可能な限りで形成磁場の強度を低減するものである。

【0063】

本実施の形態1では、磁場強度制御は、大別して以下のプロセスに従って行われる。すなわち、移動速度導出部48によるカプセル型内視鏡2の移動速度の導出と、範囲導出部49によるカプセル型内視鏡2の存在可能領域の導出と、磁場制御部50による、存在可能領域に基づく第2直線磁場形成部10および拡散磁場形成部11との制御である。以下、移動速度の導出、存在可能領域の導出および第2直線磁場形成部10等の制御についてそれぞれ説明する。

【0064】

なお、以下の説明及び図10において、時刻tは位置検出が行われる時刻を意味し、時刻tのうち、時刻 t_{-1} 、 t_0 および t_1 は、既に位置検出が行われた時刻、すなわち過去の時刻であって、時刻 t_2 は、これから行われる位置検出に対応した時刻であって、磁場強度制御は、時刻 t_2 における位置検出に関して行われるものとする。すなわち、本実施の形態1において、特許請求の範囲における「第1時刻」は時刻 t_1 に対応し、「第2時刻」は時刻 t_2 に対応し、「過去の複数の時刻」は、時刻 t_{-1} 、 t_0 、 t_1 に対応するものとして説明を行う。

【0065】

図10は、移動速度および存在可能領域の導出メカニズムについて説明するための模式図である。まず、移動速度導出部48は、記録部43に記録された、異なる時刻 t_{-1} 、 t_0 、 t_1 における位置に基づき、時刻 t_{-1} ～ t_0 における移動距離 r_{-1} および時刻 t_0 ～ t_1 における移動距離 r_0 を導出し、移動距離を用いて過去の平均移動速度を導出する。具体的には、例えば、時刻 t_{-1} ～ t_0 における平均速度 v_{-1} と、時刻 t_0 ～ t_1 における平均速度 v_0 とを用いることによって、時刻 t_1 ～ t_2 における移動速度の平均値vを、

$$v = (v_{-1} + v_0) / 2 = (1/2) \{ r_{-1} / (t_0 - t_{-1}) \} + \{ r_0 / (t_1 - t_0) \} \\ \dots (1)$$

と導出する。なお、本実施の形態1において、時刻 t_1 ～ t_2 における移動速度は、過去の複数の時刻に検出された位置に基づき導出されるものであれば(1)式に示すもの以外でも良く、例えば最も単純な構成として、 $v = v_0$ として時刻 t_1 ～ t_2 における移動速度を導出することとしても良い。

【0066】

そして、範囲導出部49は、移動速度導出部48によって導出された移動速度に基づき、時刻 t_2 におけるカプセル型内視鏡2の存在可能領域を導出する。範囲導出部49は、図10に示すように、時刻 t_1 に検出したカプセル型内視鏡2の位置を中心として、導出した移動速度と、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの経過時間 t (= $t_2 - t_1$)とを乗算した値を半径とした球状領域53として存在可能領域を導出する。すなわち、本実施の形態1においては、カプセル型内視鏡2は、時刻 t_2 に図11に示す球状領域53中に存在するものと範囲導出部49によって推測される。

【0067】

存在可能領域が導出された後、磁場強度制御部50は、かかる領域をカバーするよう第2直線磁場形成部10および拡散磁場形成部11による形成磁場の強度の調整を行う。図11は、磁場強度制御部50による制御の例として、第2直線磁場形成部10に関する磁

10

20

30

40

50

場強度の制御について示す模式図である。なお、図11において、「磁場形成領域」とは、位置検出に関して有意な磁場が形成される領域のことをいい、具体的には、例えばカプセル型内視鏡2に備わる磁場センサ16によって検出可能な強度の磁場が形成される領域を言う。磁場強度制御部50の制御によって、第2磁場形成部10は、磁場形成領域54が球状領域53を含むという条件の下で、消費電力が最も小さくなるよう磁場を形成する。具体的には、第2直線磁場は、第2直線磁場形成部10から離隔するにつれて強度が減衰する特性を有することから、第2直線磁場形成部10は、球状領域53のうち最も遠方に位置する部分と、磁場形成領域54の周縁部とが重なるよう磁場形成を行う。以上が磁場強度制御部50による磁場強度制御メカニズムである。

【0068】

10

以上説明した位置検出メカニズムおよび磁場強度制御メカニズムを用いて、処理装置12は、図12に示すフローチャートに従って動作する。まず、磁場強度制御部50は、最初の位置検出を行うために、磁場形成領域が被検体1全体を覆うよう第2直線磁場形成部10等を制御し、かかる制御に対応した磁場が形成される(ステップS101)。そして、形成された磁場を利用して、上述のメカニズムにより位置導出が行われ(ステップS102)、検出した位置等に基づき、ステップS102における位置検出から所定時間(=t)経過後におけるカプセル型内視鏡2の存在可能範囲の導出を行う(ステップS103)。

【0069】

20

その後、磁場強度制御部50は、存在可能範囲に対応した磁場形成領域を設定し、かかる磁場形成領域を実現するよう第2直線磁場形成部10等に対して制御を行い(ステップS104)、制御内容をフィードバックしつつ所定時間経過後のカプセル型内視鏡2の位置導出を行う(ステップS105)。そして、位置検出が終了するか否かを判定し(ステップS106)、終了しない場合には(ステップS106, No)、再びステップS103に戻って、上述の処理を繰り返す。なお、処理装置12は、以上の動作と対応して、カプセル型内視鏡2から送信された無線信号に基づく被検体内画像データの再構成・記録およびカプセル型内視鏡2に対する駆動電力の送信等の動作を行うが、本発明の特徴部分ではないことから、ここでは説明を省略する。

【0070】

30

なお、ステップS101において被検体全体を覆うよう磁場形成領域を設定することとしたのは、最初に行う位置検出の際には、上述したメカニズムによる存在可能範囲の導出が困難なためである。すなわち、上述したメカニズムでは、過去に検出された位置等を用いて存在可能範囲の導出を行うことから、最初に行われる位置検出動作のみに関しては、従来と同様のメカニズムに従って位置検出が行われることとなる。

【0071】

40

また、ステップS105において、磁場強度制御部50による制御内容をフィードバックしつつ位置導出部41による位置導出を行うこととしたのは以下の理由に基づく。すなわち、位置導出動作のうち、特に図8に示す第2直線磁場形成部10とカプセル型内視鏡2との間の距離rの導出では、第2直線磁場形成部10から出力される第2直線磁場の強度が、第2直線磁場形成部10から離れるに従って減衰する特性を利用したものである。具体的には、位置導出部41は、第2直線磁場の強度減衰率に基づき距離rを導出するため、第2直線磁場形成部10の近傍における磁場強度を把握する必要がある。従って、ステップS105における位置導出の際には、位置導出部41(および必要に応じて方位導出部40)は、磁場強度制御部50から制御内容に関する情報が入力され、かかる情報を用いて位置検出を行うこととしている。

【0072】

50

次に、本実施の形態1にかかる被検体内導入システムの利点について説明する。本実施の形態1にかかる被検体内導入システムは、形成磁場を用いてカプセル型内視鏡の位置検出を行うと共に、位置検出に用いる磁場の強度を必要充分な値に制御することによって、位置検出装置3全体における消費電力を低減できるという利点を有する。

【0073】

すなわち、本実施の形態1にかかる被検体内導入システムでは、図11に示すように、位置検出を行う時点($=t_2$)においてカプセル型内視鏡2が存在する可能性の高い領域として存在可能範囲を設定し、かかる存在可能範囲をカバーする限度で磁場形成を行うこととしている。そのため、従来のように被検体1全体をカバーするように磁場形成を行った場合と比較して、磁場形成領域を大幅に狭くすることが可能となり、磁場形成に要する電力量を低減することが可能であって、低消費電力の被検体内導入システムを実現することが可能である。

【0074】

また、本実施の形態1にかかる被検体内導入システムでは、磁場形成領域を従来よりも狭く設定することとしたため、従来よりも周辺機器に及ぼす影響を低減できるという利点を有する。すなわち、磁場形成領域を狭く設定することによって、被検体1の外部に形成される磁場の強度も低減されることとなり、被検体1の外部に位置する電子機器等に及ぼす影響を低減することが可能である。

【0075】

さらに、本実施の形態1にかかる被検体内導入システムは、図11に示すように、存在可能範囲として、時刻 t_1 におけるカプセル型内視鏡2の位置を中心とし、導出された移動速度 v と経過時間 t を乗算した値を半径とした球状領域53を導出することとしている。存在可能範囲を球状領域53によって定義することによって、高い確実性を有する存在可能範囲を導出することが可能である。

【0076】

一般に、カプセル型内視鏡2は、被検体1内部における通過領域に応じて移動速度が変化する特性を有する。従って、例えば、存在可能範囲を時刻 t_1 における位置に対して一律に定めることとした場合には、食道のようにカプセル型内視鏡2が高速で移動する領域では、時刻 t_2 において存在可能範囲を外れた位置にカプセル型内視鏡2が位置することになる確率が高く、確実な位置検出を行えないこととなる。これに対して、本実施の形態1では、過去の検出結果に基づき移動速度を導出し、導出した移動速度によって到達可能な範囲について存在可能範囲として設定する構成を採用することから、存在可能範囲を一律に定めた場合のような弊害が生じることはなく、高い確実性を有する存在可能範囲を導出することが可能である。すなわち、本実施の形態1にかかる被検体内導入システムは、位置検出精度を維持しつつ磁場形成に要する電力を低減できるという利点を有する。

【0077】

(実施の形態2)

次に、実施の形態2にかかる被検体内導入システムについて説明する。本実施の形態2にかかる被検体内導入システムは、磁場強度の制御の前提として行われるカプセル型内視鏡2の移動速度に関して、被検体1内部におけるカプセル型内視鏡2の位置と移動速度との関係をあらかじめ記録したデータベースを用いて導出する構成を有する。

【0078】

図13は、本実施の形態2にかかる被検体内導入システムに備わる処理装置55の構成を示す模式的なブロック図である。なお、本実施の形態2にかかる被検体内導入システムは、基本的には実施の形態1にかかる被検体内導入システムと同様の構成を有し、図示は省略したものの、実施の形態1と同様にカプセル型内視鏡2、表示装置4および携帯型記録媒体5を備える。また、位置検出装置に関しても、以下で説明する処理装置55の他、実施の形態1と同様に受信アンテナ7a～7d、送信アンテナ8a～8d、第1直線磁場形成部9、第2直線磁場形成部10および拡散磁場形成部11を有する。さらに、処理装置55において、実施の形態1における処理装置12と同様の名称・符号を有するものは、以下で特に言及しない限りにおいて、実施の形態1と同様の構造・機能を有することとする。

【0079】

本実施の形態2にかかる被検体内導入システムに備わる処理装置55は、図13に示す

10

20

30

40

50

ように、新たに移動速度データベース56を備える。移動速度データベース56は、被検体1内におけるカプセル型内視鏡2の位置と移動速度との対応関係に関する情報を記録する機能を有し、移動速度導出部57は、記録部43に記録された、第1時刻におけるカプセル型内視鏡2の位置と、移動速度データベース56に記録された情報に基づき第2時刻におけるカプセル型内視鏡2の移動速度を導出する機能を有する。

【0080】

カプセル型内視鏡2の移動速度は、被検体1内部で常に一定値を維持するのではなく、通過する消化器官の構造等に起因して変動するのが通常であり、例えば食道を通過する際には高速で移動する一方で、小腸を通過する際には移動速度が低下する性質を有する。本実施の形態2では、カプセル型内視鏡2が被検体1内の位置に応じて移動速度が変化する特性に着目し、あらかじめ被検体内的位置と移動速度との対応関係を類型化し、類型化した対応関係をデータとして用意しておくことによって移動速度の導出を行うこととする。

【0081】

図14は、移動速度データベース56に記録された情報の内容の一例を示す模式図である。図14に示すように、移動速度データベース56は、一例として、カプセル型内視鏡2が通過する領域を3つに大別する。具体的には移動速度データベース56は、食道に対応した第1速度領域59、胃に対応した第2速度領域60および小腸・大腸に対応した第3速度領域61の位置を記憶し、それぞれの領域ごとに最大速度を記憶する機能を有する。

【0082】

これに対して、移動速度導出部57は、次のようにカプセル型内視鏡2の移動速度の導出を行う。すなわち、移動速度導出部57は、最初に記録部43を参照し、第1時刻(時刻 t_1)におけるカプセル型内視鏡2の位置に関する情報を取得する。そして、移動速度導出部57は、取得したカプセル型内視鏡2の位置に基づき、第1時刻においてカプセル型内視鏡2がどの速度領域内に位置するかを判定し、対応する移動速度に関する情報を取得する。例えば、図14の例では、移動速度導出部57は、第2速度領域60に属するものと判断し、第2速度領域60に対応するものとして移動速度データベース56に記憶された速度を、第2時刻(時刻 t_2)におけるカプセル型内視鏡2の移動速度として把握して範囲導出部49に出力する機能を有する。

【0083】

本実施の形態2にかかる被検体内導入システムの利点について説明する。本実施の形態2では、実施の形態1における利点に加えて、移動速度の導出を簡易に行えるという利点を有する。すなわち、本実施の形態2において、移動速度導出部57は、既に検出された第1時刻におけるカプセル型内視鏡2の位置に基づき、対応する情報を移動速度データベース56から入力することによって移動速度を導出する。従って、本実施の形態2では、移動速度の導出にあたって演算処理等を行う必要が無く、迅速かつ簡易に移動速度を導出することが可能であるという利点を有する。

【0084】

(実施の形態3)

次に、実施の形態3にかかる被検体内導入システムについて説明する。本実施の形態3にかかる被検体内導入システムは、存在可能範囲の導出の際に、移動速度のみならず移動方向に関しても導出することによって、より確実性の高い存在可能範囲を導出することを可能としている。

【0085】

図15は、本実施の形態3にかかる被検体内導入システムに備わる処理装置63の構成を示す模式的なブロック図である。なお、実施の形態2の場合と同様に、図示は省略するものの本実施の形態3にかかる被検体内導入システムは、カプセル型内視鏡2、表示装置4および携帯型記録媒体5を備えることとし、位置検出装置に関しても、以下で説明する処理装置63の他、実施の形態1と同様に受信アンテナ7a～7d等を備えることとする。さらに、実施の形態1、2と同様の名称・符号を付したもののは、以下で特に言及しない

10

20

30

40

50

限り、実施の形態1、2と同様の構造・機能を有することとする。

【0086】

図15に示すように、処理装置63は、移動方向導出部64をさらに備えた構成を有する。移動方向導出部64は、記録部43に記録された、第1時刻におけるカプセル型内視鏡2の指向方向に基づきカプセル型内視鏡2の移動方向を導出する機能を有し、導出した移動方向について、範囲導出部65に出力する機能を有する。移動方向導出部64を新たに設けたことに対応して、範囲導出部65は、記録部43に記録された、第1時刻におけるカプセル型内視鏡2の位置と、移動速度導出部48によって導出された移動速度と、移動方向導出部64によって導出された移動速度とに基づき、第2時刻におけるカプセル型内視鏡2の存在可能範囲を導出する機能を有する。

10

【0087】

図16は、本実施の形態3における存在可能範囲の導出メカニズムについて説明するための模式図である。時刻 t_1 (第1時刻)におけるカプセル型内視鏡2の位置に対して、移動速度導出部48によって移動速度 v が導出され、移動方向導出部64によって移動方向(a_1, b_1, c_1)が導出されたものとする。これに対して、時刻 t_2 (第2時刻)におけるカプセル型内視鏡2は、図16に示すように、移動方向に $v - t$ だけ移動した地点に移動することが予想されることから、範囲導出部65は、かかる地点を含む所定の領域を存在可能範囲66として導出する。そして、磁場強度制御部50は、例えば第2直線磁場形成部10に対して、存在可能範囲66を含む磁場形成領域67を形成するよう制御を行う。

20

【0088】

本実施の形態3にかかる被検体内導入システムの利点について説明する。本実施の形態3では、上述のように存在可能範囲の導出にあたって、移動速度のみならず、移動方向も用いる構成を採用する。従って、実施の形態1、2のように、移動方向を特に考慮せず、時刻 t_1 におけるカプセル型内視鏡2の位置を中心とした球状領域として存在可能範囲を導出した場合と比較して、存在可能範囲を狭めることが可能である。従って、図16に示す例のような場合には、時刻 t_1 におけるカプセル型内視鏡2の位置を中心とした球状領域を存在可能範囲とした場合と比較して、磁場形成領域を狭めた構成とすることが可能であり、第2直線磁場形成部10等における磁場形成に要する電力消費をさらに低減できるという利点を有する。

30

【0089】

(変形例)

次に、実施の形態3にかかる被検体内導入システムの変形例について説明する。実施の形態3では、移動方向導出部64が、記録部43に記録された、時刻 t_1 におけるカプセル型内視鏡2の指向方向に基づき移動方向を導出することとしたが、本変形例では、過去の複数の時刻におけるカプセル型内視鏡2の位置に基づいて移動方向を導出することとする。

【0090】

図17は、本変形例における移動方向導出メカニズムについて説明するための模式図である。図17に示すように、本変形例では、過去の複数の時刻 t_{-1}, t_0, t_1 における位置に基づき、時刻 t_{-1} から時刻 t_0 にかけての移動方向ベクトル(a_2, b_2, c_2)と、時刻 t_0 から時刻 t_1 にかけての移動方向ベクトル(a_3, b_3, c_3)に基づいて、時刻 t_1 から時刻 t_2 にかけての移動方向ベクトル(a_4, b_4, c_4)を導出する。具体的には、例えば過去の移動方向ベクトルの平均値を演算することによって、時刻 t_1 から時刻 t_2 にかけての移動方向ベクトルを導出する。かかる手法で移動方向の導出を行うことも有効であり、特に、カプセル型内視鏡2の指向方向まで導出する機能を有さない位置検出装置に適用する場合には、本変形例の構成を採用することによって、指向方向の導出機能を有さなくともカプセル型内視鏡2の移動方向を導出することが可能である。

40

【0091】

(実施の形態4)

50

次に、実施の形態4にかかる被検体内導入システムについて説明する。実施の形態4にかかる被検体内導入システムは、第1直線磁場の代わりに、地磁気を用いることによって位置検出を行う機能を有する。

【0092】

図18は、実施の形態4にかかる被検体内導入システムの全体構成を示す模式図である。図18に示すように、本実施の形態4にかかる被検体内導入システムは、実施の形態1～3と同様にカプセル型内視鏡2、表示装置4および携帯型記録媒体5を備える一方、位置検出装置6～8の構成が異なるものとなる。具体的には、実施の形態1等で位置検出装置に備わっていた第1直線磁場形成部9が省略され、新たに地磁気センサ6～9を備えた構成を有する。また、処理装置7～10についても、実施の形態1等とは異なる構成を有する。

10

【0093】

地磁気センサ6～9は、基本的にはカプセル型内視鏡2に備わる磁場センサ1～6と同様の構成を有する。すなわち、地磁気センサ6～9は、配置された領域において、所定の3軸方向の磁場成分の強度を検出し、検出した磁場強度に対応した電気信号を出力する機能を有する。一方で、地磁気センサ6～9は、磁場センサ1～6とは異なり、被検体1の体表面上に配置され、被検体1に対して固定された基準座標軸におけるx軸、y軸およびz軸の方向にそれぞれ対応した磁場成分の強度を検出する機能を有する。すなわち、地磁気センサ6～9は、地磁気の進行方向を検出する機能を有し、x軸方向、y軸方向およびz軸方向に関して検出した磁場強度に対応した電気信号を処理装置7～10に対して出力する構成を有する。

20

【0094】

次に、本実施の形態4における処理装置7～10について説明する。図19は、処理装置7～10の構成を示すブロック図である。図19に示すように、処理装置7～10は、基本的には実施の形態1における処理装置1～2と同様の構成を有する一方で、地磁気センサ6～9から入力される電気信号に基づいて基準座標軸上における地磁気の進行方向を導出し、導出結果を方位導出部4～10に対して出力する地磁気方位導出部7～1を備えた構成を有する。

【0095】

第1直線磁場として地磁気を利用した場合に問題となるのは、被検体1に対して固定された基準座標軸上における地磁気の進行方向の導出である。すなわち、被検体1はカプセル型内視鏡2が体内を移動する間も自由に行動することが可能であることから、被検体1に対して固定された基準座標軸と地磁気との間の位置関係は、被検体1の移動に伴い変動することが予想される。一方、基準座標軸に対する対象座標軸の位置関係を導出する観点からは、基準座標軸における第1直線磁場の進行方向が不明となった場合には、第1直線磁場の進行方向に関して基準座標軸と対象座標軸の対応関係を明らかにすることはできないという問題を生じることとなる。

30

【0096】

従って、本実施の形態4では、被検体1の移動等によって基準座標軸上において変動することとなる地磁気の進行方向をモニタするために地磁気センサ6～9および地磁気方位導出部7～1を備えることとしている。すなわち、地磁気センサ6～9の検出結果に基づいて、地磁気方位導出部7～1は、基準座標軸上における地磁気の進行方向を導出し、導出結果を方位導出部4～10に出力する。これに対して、方位導出部4～10は、入力された地磁気の進行方向を用いることによって、地磁気の進行方向に関して基準座標軸と対象座標軸との対応関係を導出し、第2直線磁場における対応関係とあわせて方位情報を導出することを可能としている。

40

【0097】

なお、被検体1の方向によっては地磁気の進行方向と第2直線磁場形成部1～10によって形成される第2直線磁場とが互いに平行となる場合がある。かかる場合には、直前の時刻における対象座標軸の方位および原点の位置に関するデータも用いることによって、位置関係の検出を行うことが可能である。また、地磁気と第2直線磁場とが互いに平行となることを回避するために、第2直線磁場形成部1～10を構成するコイル3～4の延伸方向を図3

50

に示したように基準座標軸におけるy軸方向とするのではなく、例えばz軸方向に延伸する構成とすることも有効である。

【0098】

次に、本実施の形態4にかかる位置関係検出システムの利点について説明する。本実施の形態4にかかる位置関係検出システムは、実施の形態1における利点に加え、地磁気を利用したことによるさらなる利点を有している。すなわち、第1直線磁場として地磁気を利用する構成を採用することによって、第1直線磁場を形成する機構を省略した構成とすることが可能であり、カプセル型内視鏡2の導入時における被検体1の負担を軽減しつつ基準座標軸に対する対象座標軸の位置関係を導出することが可能である。なお、地磁気センサ69は、MIセンサ等を用いて構成することが可能であることから小型化が十分可能であり、地磁気センサ69を新たに設けることによって被検体1の負担が増加することはない。

【0099】

また、地磁気を第1直線磁場として利用する構成を採用することにより、消費電力低減の観点からも利点を有することとなる。すなわち、コイル等を用いて第1直線磁場を形成した場合には、コイルに流す電流等に起因して電力消費量が増加することとなるが、地磁気を利用することによって、かかる電力消費の必要が無くなることから、低消費電力のシステムを実現することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図1】実施の形態1にかかる被検体内導入システムの全体構成について示す模式図である。

【図2】被検体内導入システムに備わるカプセル型内視鏡の構成を示す模式的なブロック図である。

【図3】位置検出装置に備わる第1直線磁場形成部によって形成される第1直線磁場を示す模式図である。

【図4】位置検出装置に備わる第2直線磁場形成部および拡散磁場形成部の構成を示すと共に、第2直線磁場形成部によって形成される第2直線磁場の態様を示す模式図である。

【図5】拡散磁場形成部によって形成される拡散磁場の態様を示す模式図である。

【図6】位置検出装置に備わる処理装置の構成を示す模式的なブロック図である。

【図7】基準座標軸と対象座標軸との関係を示す模式図である。

【図8】位置導出の際ににおける第2直線磁場の利用態様を示す模式図である。

【図9】位置導出の際ににおける拡散磁場の利用態様を示す模式図である。

【図10】移動速度および移動速度を用いた存在可能範囲の導出態様を説明するための模式図である。

【図11】導出された存在可能範囲に基づき定まる磁場形成領域について説明するための模式図である。

【図12】処理装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図13】実施の形態2にかかる被検体内導入システムに備わる処理装置の構成を示す模式的なブロック図である。

【図14】移動速度データベースに記録された情報の内容の一例を示す模式図である。

【図15】実施の形態3にかかる被検体内導入システムに備わる処理装置の構成を示す模式的なブロック図である。

【図16】実施の形態3における存在可能範囲の導出メカニズムについて説明するための模式図である。

【図17】実施の形態3にかかる被検体内導入システムの変形例について説明するための模式図である。

【図18】実施の形態4にかかる被検体内導入システムの全体構成を示す模式図である。

【図19】被検体内導入システムに備わる処理装置の構成を示す模式的なブロック図である。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

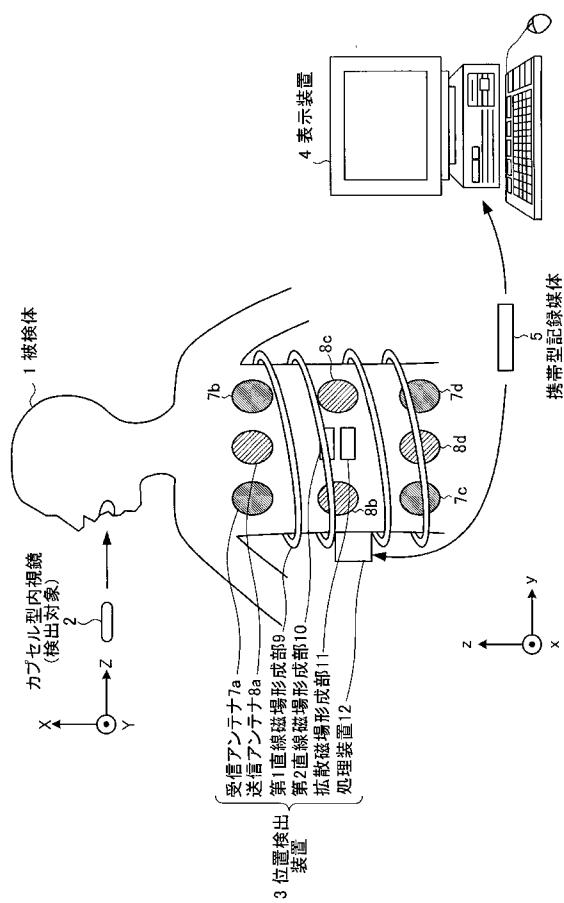
【0 1 0 1】

- 1 被検体
 2 カプセル型内視鏡
 3 位置検出装置
 4 表示装置
 5 携帯型記録媒体
 7 a ~ 7 d 受信アンテナ
 8 a ~ 8 d 送信アンテナ
 9 第1直線磁場形成部 10
 10 第2直線磁場形成部
 11 拡散磁場形成部
 12 処理装置
 14 被検体内情報取得部
 15 信号処理部
 16 磁場センサ
 17 増幅部
 18 A / D 変換部
 19 無線送信部
 20 切替部 20
 21 タイミング発生部
 22 L E D
 23 L E D 駆動回路
 24 C C D
 25 C C D 駆動回路
 26 送信回路
 27 送信アンテナ
 28 受信アンテナ
 29 電力再生回路
 30 升圧回路 30
 31 蓄電器
 32 コイル
 33 電流源
 34 コイル
 35 電流源
 37 受信アンテナ選択部
 38 受信回路
 39 信号処理部
 40 方位導出部
 41 位置導出部 40
 42 磁力線方位データベース
 43 記録部
 44 発振器
 46 増幅回路
 47 送信アンテナ選択部
 48 移動速度導出部
 49 範囲導出部
 50 磁場強度制御部
 51 電力供給部
 52 曲面 50

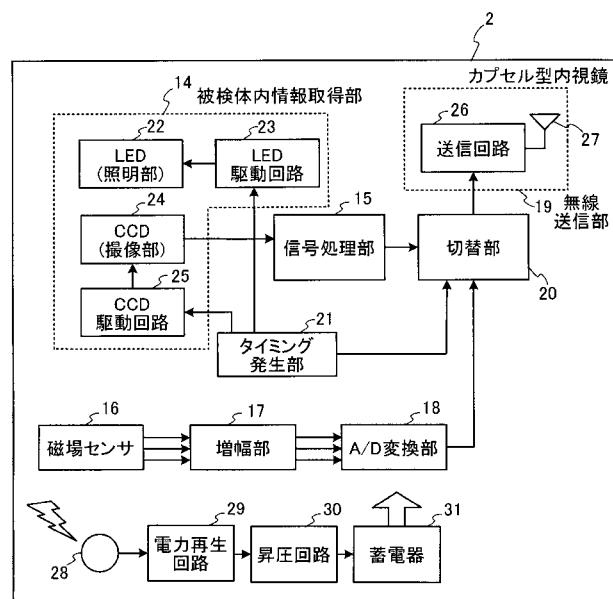
- 5 3 球状領域
 5 4 磁場形成領域
 5 5 処理装置
 5 6 移動速度データベース
 5 7 移動速度導出部
 5 9 第1速度領域
 6 0 第2速度領域
 6 1 第3速度領域
 6 3 処理装置
 6 4 移動方向導出部
 6 5 範囲導出部
 6 6 存在可能範囲
 6 7 磁場形成領域
 6 8 位置検出装置
 6 9 地磁気センサ
 7 0 処理装置
 7 1 地磁気方位導出部

10

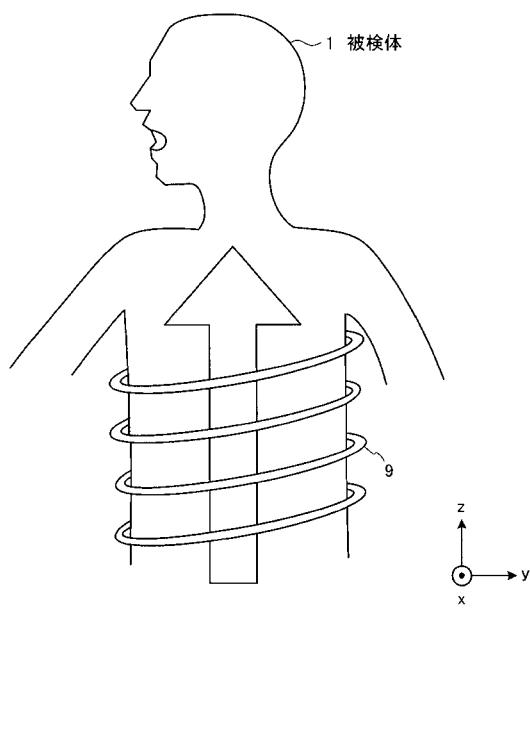
【図1】



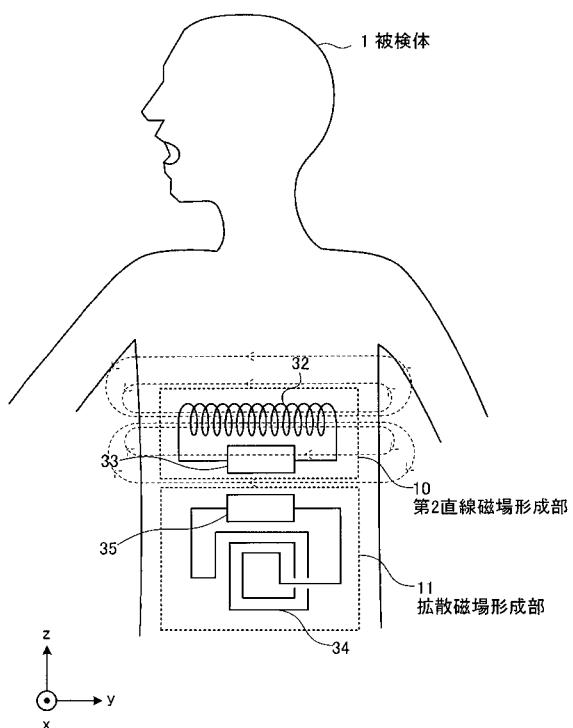
【図2】



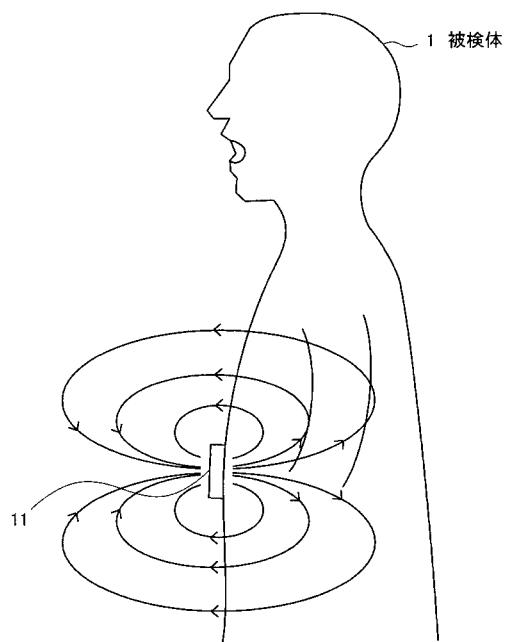
【図3】



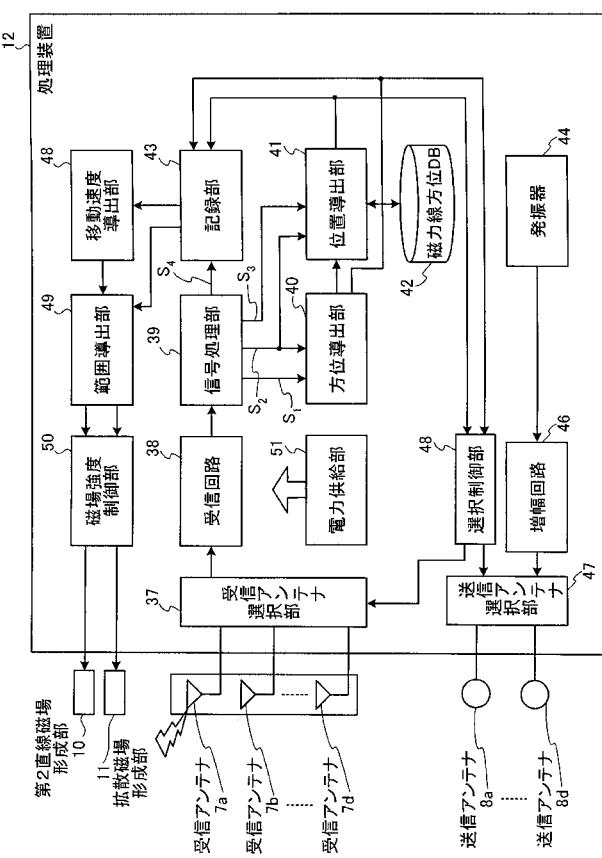
【図4】



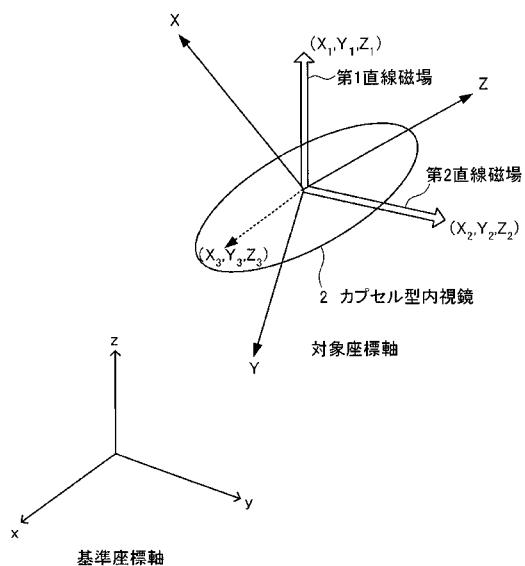
【図5】



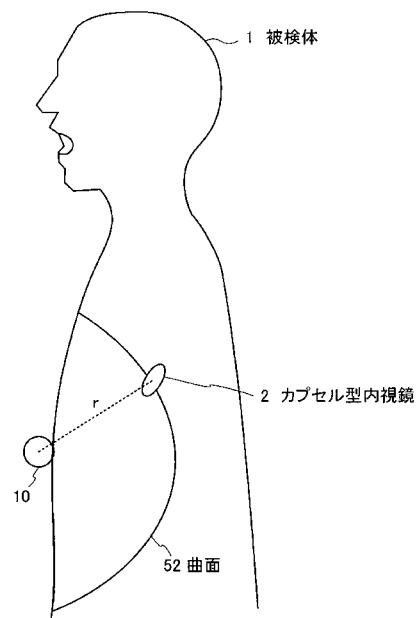
【図6】



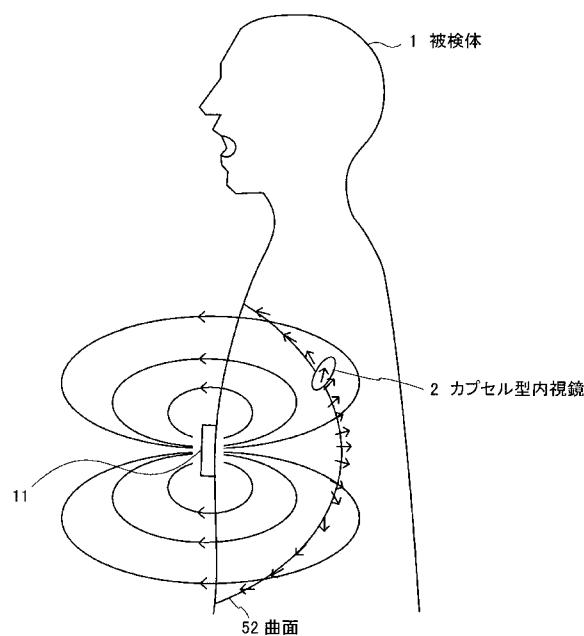
【図7】



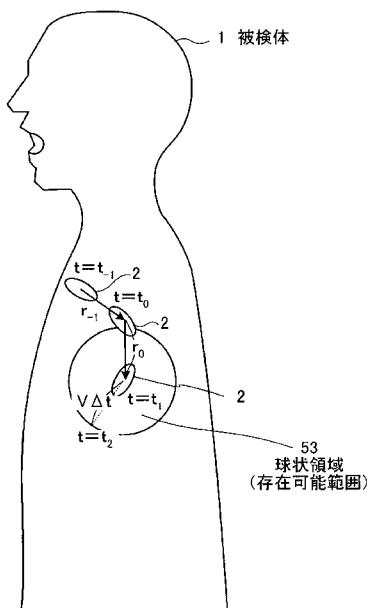
【図8】



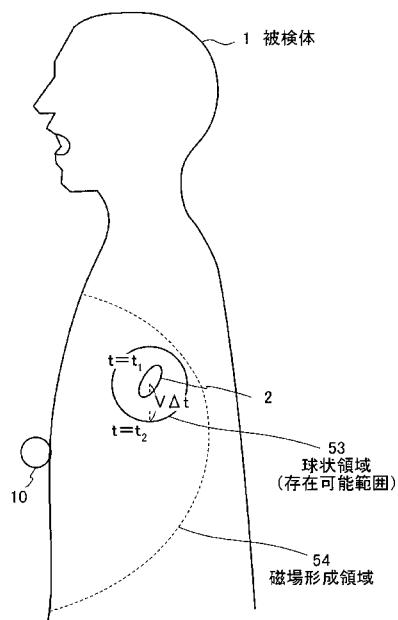
【図9】



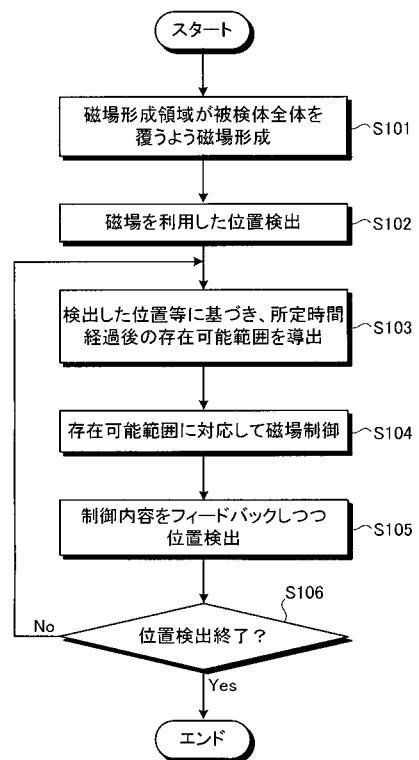
【図10】



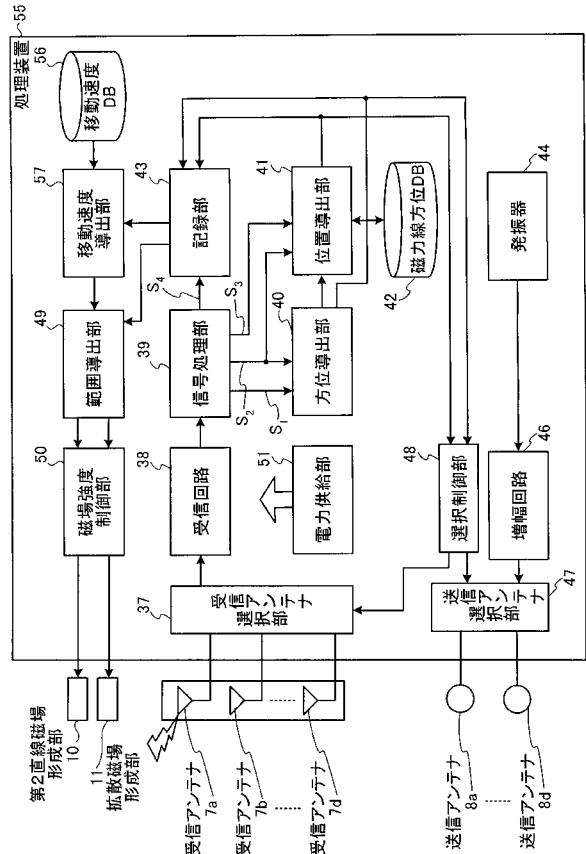
【図11】



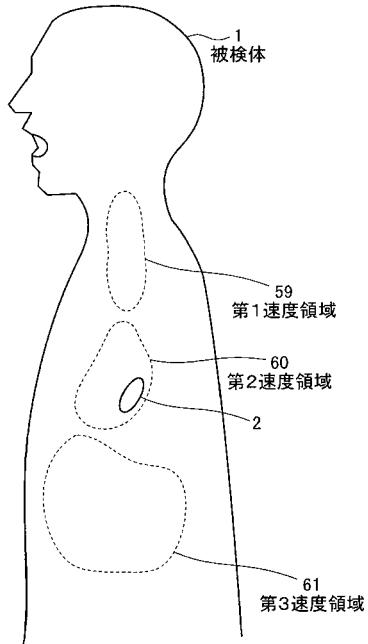
【図12】



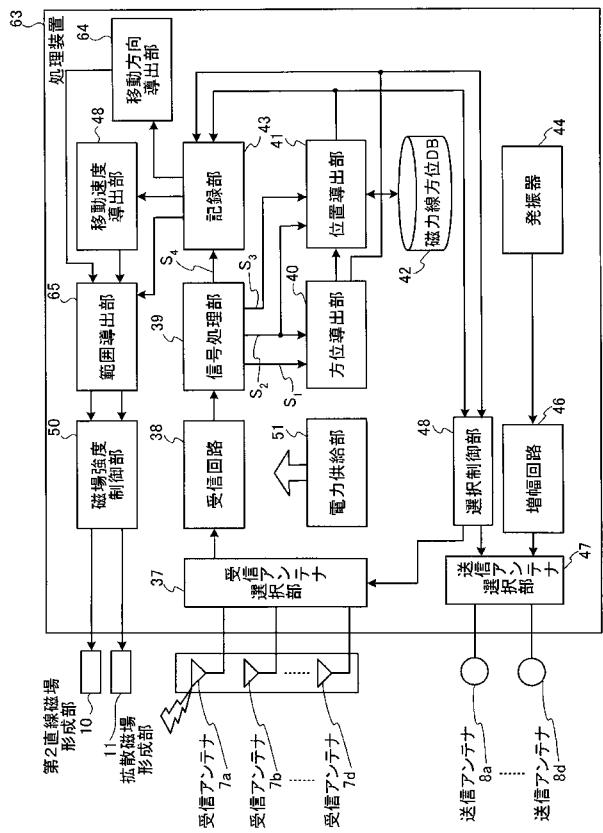
【図13】



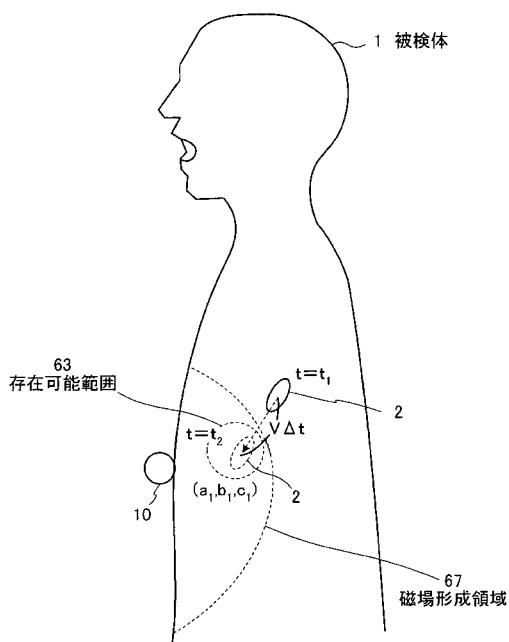
【図14】



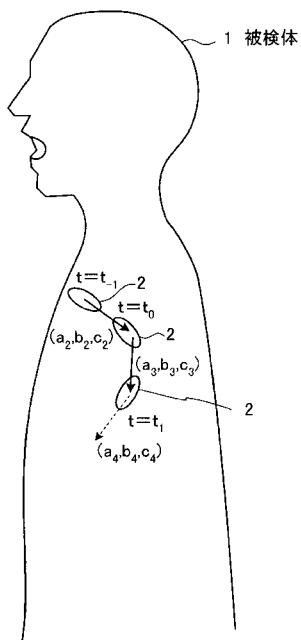
【 図 1 5 】



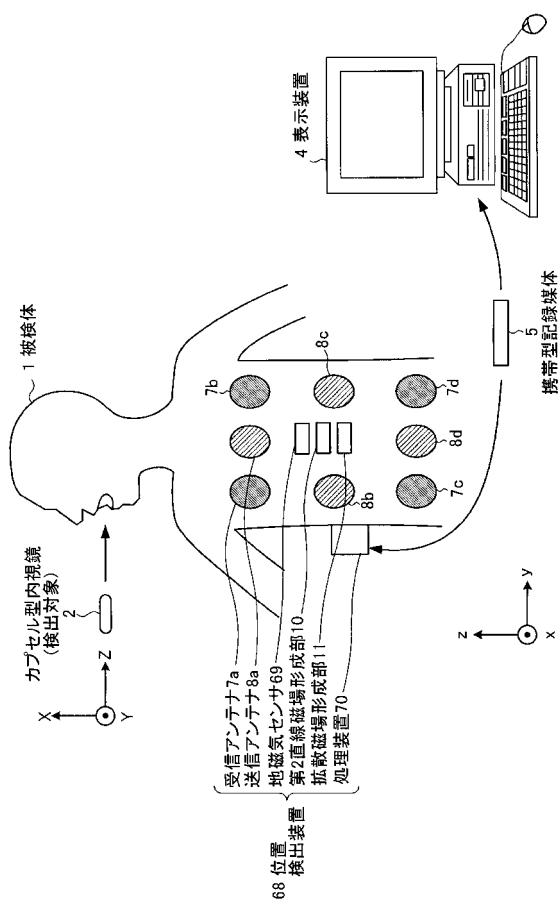
【 図 1 6 】



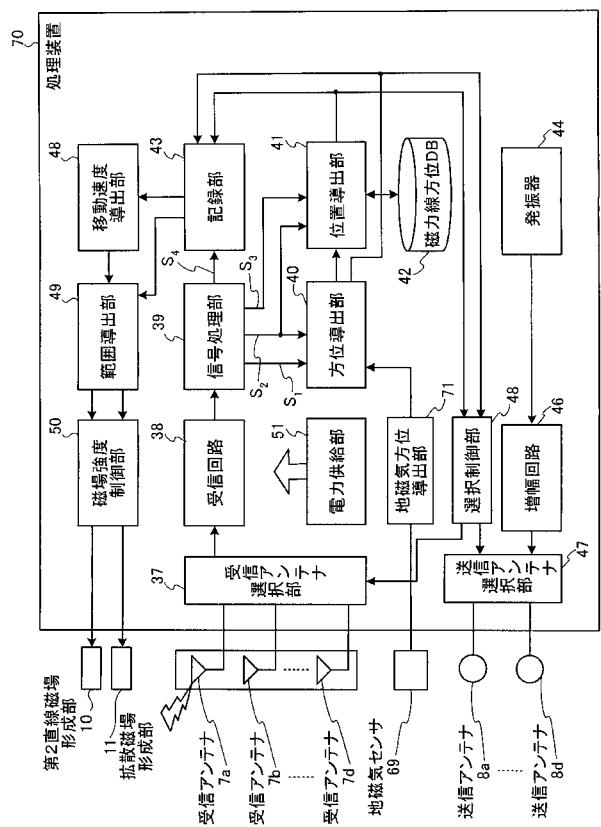
【図 17】



【 図 1 8 】



【図19】



专利名称(译)	位置检测设备		
公开(公告)号	JP2006061624A	公开(公告)日	2006-03-09
申请号	JP2004251023	申请日	2004-08-30
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	薬袋哲夫		
发明人	薬袋 哲夫		
IPC分类号	A61B1/00 A61B5/07		
FI分类号	A61B1/00.320.B A61B1/00.300.D A61B5/07 A61B1/00.C A61B1/00.550 A61B1/00.552 A61B1/00.610 A61B1/00.682		
F-TERM分类号	4C038/CC03 4C038/CC07 4C061/AA01 4C061/AA03 4C061/BB01 4C061/CC06 4C061/DD10 4C061/FF50 4C061/HH51 4C061/HH60 4C061/JJ17 4C061/JJ19 4C061/UU06 4C161/AA01 4C161/AA03 4C161/BB01 4C161/CC06 4C161/DD07 4C161/DD10 4C161/FF15 4C161/FF50 4C161/GG28 4C161/HH51 4C161/HH60 4C161/JJ17 4C161/JJ19 4C161/UU06		
代理人(译)	酒井宏明		
其他公开文献	JP4554301B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种位置检测装置，当使用具有位置依赖性的位置检测磁场对胶囊型内窥镜等检测对象进行位置检测时，能够形成必要且充分的位置检测磁场。实现。处理装置12是控制位置检测用磁场的强度的机构，是记录部43，其基于胶囊型内窥镜2的位置变化来记录过去的位置检测结果和胶囊型内窥镜。移动速度导出单元48，用于导出反射镜2的移动速度；以及范围导出单元49，用于基于导出的胶囊型内窥镜2的移动速度和过去位置来导出胶囊型内窥镜2所位于的范围。磁场强度控制单元50基于所导出的范围来控制第二线性磁场形成单元10和扩散磁场形成单元11的形成磁场强度。[选择图]图6

