

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4560359号  
(P4560359)

(45) 発行日 平成22年10月13日(2010.10.13)

(24) 登録日 平成22年7月30日(2010.7.30)

(51) Int.CI.

F 1

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 320 B

A 6 1 B 5/06 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 300 D

A 6 1 B 5/06

請求項の数 12 (全 24 頁)

(21) 出願番号

特願2004-266066 (P2004-266066)

(22) 出願日

平成16年9月13日 (2004.9.13)

(65) 公開番号

特開2006-75535 (P2006-75535A)

(43) 公開日

平成18年3月23日 (2006.3.23)

審査請求日

平成19年7月24日 (2007.7.24)

(73) 特許権者 000000376

オリンパス株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

(72) 発明者 薬袋 哲夫

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ  
リンパス株式会社内

審査官 小田倉 直人

(56) 参考文献 特開2004-089421 (JP, A  
)

特開2003-191111 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】位置検出装置、被検体内導入システムおよび位置検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の磁場センサを備え、被検体に導入される検出対象の位置を、所定の位置検出用磁場を用いて検出する位置検出装置であって、

前記位置検出用磁場を形成する磁場形成手段と、

前記被検体の外表面上の位置であって、前記検出対象が位置しうる前記被検体の体腔内の領域と前記磁場形成手段との間の距離の最大値以上の距離だけ前記磁場形成手段に対して離隔した位置における前記位置検出用磁場の強度を検出する第2の磁場センサと、

前記第2の磁場センサによる検出結果に基づき、前記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と、

前記検出対象が存在する位置において、前記検出対象に備えられた第1の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を用いて前記検出対象の位置を導出する位置導出手段と、

を備えたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】

前記磁場強度制御手段は、前記第2の磁場センサによって検出される磁場強度が前記検出対象に備えられた前記第1の磁場センサによって検出可能な磁場強度以上の値とな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】

被検体に導入され、該被検体の内部を移動する被検体内導入装置と、所定の位置検出用

磁場を用いて前記被検体の内部における前記被検体内導入装置の位置を検出する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、

当該被検体内導入装置が存在する位置における前記位置検出用磁場の強度を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、

前記位置検出用磁場を形成する磁場形成手段と、

10

前記被検体の外表面上の所定位置に配置され、配置された位置における前記位置検出用磁場の強度を検出することにより、前記被検体の外表面形状に対応する体格情報を検出する体格情報検出手段と、

前記体格情報検出手段によって検出された前記被検体の外表面形状に対応した体格情報に基づき、前記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と、

を備えたことを特徴とする被検体内導入システム。

#### 【請求項 4】

前記磁場強度制御手段は、前記体格情報に基づき、前記被検体内導入装置が前記被検体の内部において位置しうる体腔内の領域全体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程度の強度となるよう、前記磁場形成手段の駆動状態を制御することを特徴とする請求項3に記載の被検体内導入システム。

20

#### 【請求項 5】

前記磁場強度制御手段は、前記体格情報検出手段によって検出された磁場強度が、前記被検体内導入装置に備わる磁場センサによって検出可能な程度の強度となるよう制御を行うことを特徴とする請求項3又は4に記載の被検体内導入システム。

#### 【請求項 6】

前記磁場形成手段は、所定の電力供給手段によって供給された電力に応じて磁場を形成するコイルを備え、

前記磁場強度制御手段は、前記コイルに対して供給する電力を調整することによって前記位置検出用磁場の強度を制御することを特徴とする請求項3～5のいずれか一つに記載の被検体内導入システム。

30

#### 【請求項 7】

前記磁場形成手段は、1次電池または2次電池によって形成された電力供給手段によって供給された電力に応じて磁場を形成するコイルを備え、

前記磁場強度制御手段によって導出された磁場強度の位置検出用磁場に対応した電力を所定期間に渡って前記電力供給手段が供給可能か否かを判定する電力判定手段と、

前記電力判定手段によって導出された判定結果を表示する表示手段と、

を備えたことを特徴とする請求項3～5のいずれか一つに記載の被検体内導入システム

。

40

#### 【請求項 8】

被検体に導入されて該被検体の内部を移動する被検体内導入装置の位置を、所定の位置検出用磁場を用いて検出する位置検出方法であって、

前記被検体の外表面上の所定位置における前記位置検出用磁場の強度を検出することにより、前記被検体の外表面形状に対応した体格情報を取得する磁場強度検出工程と、

前記磁場強度検出工程において検出された磁場強度に基づき、前記位置検出用磁場の強度を制御する磁場強度制御工程と、

前記磁場強度制御工程において制御された前記位置検出用磁場に関して、前記被検体の体腔内の前記被検体内導入装置が存在する位置において前記被検体内導入装置に備えられた第1の磁場センサにより検出された強度に基づき前記被検体内導入装置の位置を検出する

50

る位置検出工程と、  
を含むことを特徴とする位置検出方法。

【請求項 9】

前記磁場強度検出工程は、前記被検体の外表面上の所定位置に配置された第 2 の磁場センサによって前記位置検出用磁場の強度を検出することを特徴とする請求項 8 に記載の位置検出方法。

【請求項 10】

前記磁場強度検出工程は、前記被検体内導入装置を前記被検体の外表面上の所定位置に配置し、前記第 1 の磁場センサによって前記位置検出用磁場の強度を検出することを特徴とする請求項 8 に記載の位置検出方法。

10

【請求項 11】

前記位置検出用磁場は、1 次電池または 2 次電池によって形成された電力供給手段によって電力を供給されるコイルによって形成され、

前記電力供給手段に保持される保持電力量が、前記磁場強度制御工程によって制御された前記位置検出用磁場の形成に必要となる必要電力量を満たすか否かを判定する判定工程をさらに含むことを特徴とする請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の位置検出方法。

【請求項 12】

被検体に導入され、該被検体の内部を移動する被検体内導入装置と、所定の位置検出用磁場を用いて前記被検体の内部における前記被検体内導入装置の位置を検出する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、

20

前記被検体内導入装置は、

当該被検体内導入装置が存在する位置における前記位置検出用磁場の強度を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、

前記位置検出用磁場を形成する磁場形成手段と、

前記被検体の外表面上の位置であって、前記被検体内導入装置が位置しうる前記被検体の体腔内の領域と前記磁場形成手段との間の距離の最大値以上の距離だけ前記磁場形成手段に対して離隔した位置に前記被検体内導入装置を配置することにより検出された前記位置検出用磁場の強度に基づいて、前記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と、

30

前記被検体の体腔内に導入された前記被検体内導入装置が存在する位置において、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を用いて前記検出対象の位置を導出する位置導出手段と、

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、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、位置検出を用いた被検体内導入システムおよび位置検出方法に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

近年、内視鏡の分野においては、飲込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。

50

**【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。ここで、事前にカプセル型内視鏡の位置を検出することは困難であることから、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る。

**【0007】**

さらに、カプセル型内視鏡システムにおいては、対象となる被検体の体格差が問題となる。すなわち、例えば成人男性と幼児とでは体格が著しく異なり、位置検出用の磁場を形成する必要性が生じる領域の広さが全く異なるものとなる。しかしながら、従来のカプセル型内視鏡システムでは、被検体の体格の相違にかかわらず一律に位置検出用磁場を形成することとしている。従って、例えば幼児に対しては、必要以上に広い領域に渡って磁場形成が行われ、無駄な電力が消費されると共に、周囲に存在する電子機器等に対して悪影響を及ぼす等の問題が生じることとなる。

**【0008】**

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、被検体の体格の違いに応じて最適な強度の位置検出用磁場を形成することが可能な位置検出装置、位置検出装置を用いた被検体内導入システムおよび位置検出方法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】****【0009】**

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、所定

10

20

30

40

50

の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、前記位置検出用磁場を形成する磁場形成手段と、前記検出対象が位置しうる領域と前記磁場形成手段との間の距離の最大値以上の距離だけ前記磁場形成手段に対して離隔した位置における前記位置検出用磁場の強度を検出する磁場センサと、前記磁場センサによる検出結果に基づき、前記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を用いて前記検出対象の位置を導出する位置導出手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】

本発明によれば、検出対象が位置しうる領域の任意の点に対して磁場形成手段よりも遠方に配置した磁場センサの検出結果に基づき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たこととしたため、検出対象が位置しうる領域の変動にかかわらず、常に領域内における位置検出用磁場の強度を所定のレベルに保持することが可能である。

10

【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、前記磁場強度制御手段は、前記磁場センサによって検出される磁場強度が前記検出対象によって検出可能な磁場強度以上の値となるよう前記磁場形成手段を制御す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、前記検出対象は、所定の被検体に対して導入される被検体内導入装置であって、前記磁場センサは、前記被検体の外表面上に配置されることを特徴とする。

20

【0013】

また、本発明にかかる被検体内導入システムは、被検体に導入され、該被検体の内部を移動する被検体内導入装置と、所定の位置検出用磁場を用いて前記被検体の内部における前記被検体内導入装置の位置を検出する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、当該被検体内導入装置が存在する位置における前記位置検出用磁場の強度を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、前記位置検出用磁場を形成する磁場形成手段と、前記被検体の外表面形状に対応した体格情報に基づき、前記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とを備えたことを特徴とする。

30

【0014】

本発明によれば、被検体の体格の違いに応じて異なった内容となる体格情報を用いて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たこととしたため、体格の違い等にかかわらず、被検体内部の領域に対して所定の強度の位置検出磁場を形成することが可能である。

【0015】

また、本発明にかかる被検体内導入システムは、上記の発明において、前記磁場強度制御手段は、前記体格情報に基づき、前記被検体内導入装置が前記被検体の内部において位置しうる領域全体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程度の強度となるよう、前記磁場形成手段の駆動状態を制御することを特徴とする。

40

【0016】

また、本発明にかかる被検体内導入システムは、上記の発明において、前記体格情報を検出する体格情報検出手段をさらに備え、前記磁場強度制御手段は、前記体格情報検出手段によって検出された前記体格情報に基づき前記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ことを特徴とする。

【0017】

また、本発明にかかる被検体内導入システムは、上記の発明において、前記体格情報検出手段は、前記被検体の外表面上の所定位置に配置され、配置された位置における前記位置検出用磁場の強度を体格情報として検出する磁場センサ手段を備え、前記磁場強度制御手段は、体格情報として検出された磁場強度が、前記被検体内導入装置に備わる磁場セン

50

サによって検出可能な程度の強度となるよう制御を行うことを特徴とする。

【0018】

また、本発明にかかる被検体内導入システムは、上記の発明において、前記磁場形成手段は、所定の電力供給手段によって供給された電力に応じて磁場を形成するコイルを備え、前記磁場強度制御手段は、前記コイルに対して供給する電力を調整することによって前記位置検出用磁場の強度を制御することを特徴とする。

【0019】

また、本発明にかかる被検体内導入システムは、上記の発明において、前記磁場形成手段は、1次電池または2次電池によって形成された電力供給手段によって供給された電力に応じて磁場を形成するコイルを備え、前記磁場強度制御手段によって導出された磁場強度の位置検出用磁場に対応した電力を所定期間に渡って前記電力供給手段が供給可能か否かを判定する電力判定手段と、前記電力判定手段によって導出された判定結果を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする。

10

【0020】

また、本発明にかかる位置検出方法は、被検体に導入され、該被検体の内部を移動する被検体内導入装置の位置を、所定の位置検出用磁場を用いて検出する位置検出方法であつて、前記被検体の外表面上の所定位置における前記位置検出用磁場の強度を検出する磁場強度検出工程と、前記磁場強度検出工程において検出された磁場強度に基づき、前記位置検出用磁場の強度を制御する磁場強度制御工程と、前記磁場強度制御工程において制御された前記位置検出用磁場に関して、前記検出対象が存在する位置における強度に基づき前記検出対象の位置を検出する位置検出工程とを含むことを特徴とする。

20

【0021】

磁場強度検出工程において検出された被検体の概評面上における磁場強度に基づき、位置検出用磁場の強度を制御する磁場強度制御工程を含むこととしたため、被検体内に存在する被検体内導入装置の位置検出に関して最適化された位置検出用磁場を形成することが可能である。

【0022】

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、前記位置検出用磁場は、1次電池または2次電池によって形成された電力供給手段によって電力を供給されるコイルによって形成され、前記電力供給手段に保持される保持電力量が、前記磁場強度制御工程によって制御された前記位置検出用磁場の形成に必要となる必要電力量を満たすか否かを判定する判定工程をさらに含むことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0023】

本発明にかかる位置検出装置は、検出対象が位置しうる領域の任意の点に対して磁場形成手段よりも遠方に配置した磁場センサの検出結果に基づき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た構成としたため、検出対象が位置しうる領域の変動にかかわらず、常に領域内における位置検出用磁場の強度を所定のレベルに保持できるという効果を奏する。

【0024】

40

また、本発明にかかる被検体内導入システムは、被検体の体格の違いに応じて異なった内容となる体格情報を用いて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た構成としたため、体格の違い等にかかわらず、被検体内部の領域に対して所定の強度の位置検出磁場を形成できるという効果を奏する。

【0025】

また、本発明にかかる位置検出方法は、磁場強度検出工程において検出された被検体の概評面上における磁場強度に基づき、位置検出用磁場の強度を制御する磁場強度制御工程を含むこととしたため、被検体内に存在する被検体内導入装置の位置検出に関して最適化された位置検出用磁場を形成できるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

50

## 【0026】

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。

## 【0027】

## （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。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を示す模式図である。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。

10

## 【0028】

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。

20

## 【0029】

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つて、両者に対する挿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に挿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に挿着され、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。

30

## 【0030】

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。

40

## 【0031】

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

50

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。

【 0 0 3 2 】

被検体内情報取得部 14 は、被検体内情報、本実施の形態 1 においては被検体内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 LED 22 と、LED 22 の駆動を制御する LED 駆動回路 23 と、LED 22 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 CCD 24 と、CCD 24 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。

10

【 0 0 3 3 】

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 MRE ( 磁気抵抗効果 ) 素子、GMR ( 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。

20

【 0 0 3 4 】

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。

30

【 0 0 3 5 】

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。

【 0 0 3 6 】

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。

40

【 0 0 3 7 】

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。

【 0 0 3 8 】

50

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、体格情報検出手段として機能する磁場センサ13とを備える。

【0039】

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。

10

【0040】

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。

【0041】

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って、受信アンテナ7a～7d等の個数は図1に示した個数に限定されることなく、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。

20

【0042】

次に、位置検出用磁場として機能する第1直線磁場、第2直線磁場および拡散磁場をそれぞれ形成する第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について説明する。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を備え、かかるコイルに対して所定の電力を供給する電力供給部(図示省略)によって所定の電力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。

30

【0043】

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。

40

【0044】

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。

【0045】

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

50

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 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 6 】

また、拡散磁場形成部 11 は、コイル 34 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。

#### 【 0 0 4 7 】

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態様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。また、拡散磁場形成部 11 に関しても被検体 1 外部に配置されており、放射状に磁場を形成することから、形成される拡散磁場は、コイル 34 から離れるにつれて強度が減衰する特性を有する。

#### 【 0 0 4 8 】

次に、磁場センサ 13 について説明する。磁場センサ 13 は、個体差に応じて異なる被検体 1 の外表面形状に対応した体格情報の一例として、外表面上の所定の位置における第 1 直線磁場等の磁場強度を検出するものであって、特許請求の範囲における体格情報検出手段の一例として機能するものである。磁場センサ 13 は、被検体 1 の外表面上における所定の位置、例えば足の付け根、腹部、脇腹部および首の付け根等に配置され、配置された位置における第 1 直線磁場等の位置検出用磁場の強度を検出する機能を有する。

#### 【 0 0 4 9 】

なお、磁場センサ 13 は、磁場形成手段 (例えば第 2 直線磁場形成部 10) との間の距離が、位置検出を行う際に検出対象たるカプセル型内視鏡 2 が位置しうる領域 (後述する図 8 における存在可能領域) と磁場形成手段との間の距離の最大値よりも大きくなる位置に配置されることが好ましい。また、磁場センサ 13 の具体的な構成としては、カプセル型内視鏡 2 に備わる磁場センサ 16 と同様に M I センサ等を備えた構成を有し、検出した磁場強度に関する情報を処理装置 12 に対して出力する機能を有する。

#### 【 0 0 5 0 】

次に、処理装置 12 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。

#### 【 0 0 5 1 】

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 S<sub>1</sub> ~ S<sub>3</sub> および画像信号 S<sub>4</sub> 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 S<sub>1</sub> ~ S<sub>3</sub> 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 S<sub>4</sub> 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 S<sub>1</sub> ~ S<sub>3</sub> 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

10

20

30

40

50

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  $S_4$  は、記録部 4 3 に対して出力される。記録部 4 3 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  $S_4$  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。

【0052】

また、処理装置 1 2 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 3 9 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 10 に対応した磁場信号  $S_1$ 、 $S_2$  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 4 0 と、拡散磁場の検出強度に対応した磁場信号  $S_3$  および磁場信号  $S_2$  と、方位導出部 4 0 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 4 1 と、位置導出部 4 1 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 4 2 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。

【0053】

さらに、処理装置 1 2 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 4 4 と、発振器 4 4 から出力される無線信号の強度を增幅する增幅回路 4 6 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 4 7 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 2 8 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。

【0054】

また、処理装置 1 2 は、受信アンテナ選択部 3 7 および送信アンテナ選択部 4 7 によるアンテナ選択態様を制御する選択制御部 4 8 を備える。選択制御部 4 8 は、方位導出部 4 0 および位置導出部 4 1 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。

【0055】

また、処理装置 1 2 は、カプセル型内視鏡 2 を被検体 1 内に導入する前等において、第 1 直線磁場形成部 9、第 2 直線磁場形成部 1 0 および拡散磁場形成部 1 1 が、位置検出を行うために充分な強度の磁場を形成するよう制御する機能を有する。具体的には、処理装置 1 2 は、磁場センサ 1 3 によって検出された磁場強度に基づき、第 1 直線磁場形成部 9 等によって形成される磁場の強度を制御する磁場強度制御部 5 0 と、磁場強度制御部 5 0 による制御の際に必要となる情報を記憶する磁場強度データベース 5 1 とを備える。

【0056】

磁場強度制御部 5 0 は、磁場センサ 1 3 によって検出された磁場強度に基づき、第 1 直線磁場形成部 9、第 2 直線磁場形成部 1 0 および拡散磁場形成部 1 1 に対して形成磁場の強度を最適化するよう制御を行う機能を有する。具体的には、磁場強度制御部 5 0 は、磁場センサ 1 3 によって検出された磁場強度に基づき、第 1 直線磁場形成部 9 等に対して供給する電力を制御し、第 1 直線磁場形成部 9 等に備わるコイルに流れる電流量を変化させることによって、形成する磁場の強度を制御する機能を有する。

【0057】

磁場強度データベース 5 1 は、磁場強度制御部 5 0 による制御動作の際に必要となる情報を記録したものである。具体的には、磁場強度データベース 5 1 は、例えば第 1 直線磁場、第 2 直線磁場および拡散磁場のそれぞれについて、磁場センサ 1 3 の位置における磁場強度の許容範囲を記憶する機能を有する。具体的には、本実施の形態 1 では、磁場センサ 1 3 によって検出される磁場強度に関する許容最低値および許容最高値について記憶するものとする。磁場強度制御部 5 0 は、かかる情報をに基づき、実際に磁場センサ 1 3 にお

10

20

30

40

50

ける検出結果が、許容範囲外にあるものと判断した場合には、第1直線磁場形成部9等に対する供給電力を変化させる等の制御を行うこととなる。

【0058】

さらに、処理装置12は、第1直線磁場形成部9等による磁場形成に必要となる電流を供給するためのものであって、処理装置12本体に対して着脱可能な電力供給部53を備えると共に、電力供給部53が、第1直線磁場形成部9等に充分な電力を供給可能か否かを判定する機能を有する。具体的には、処理装置12は、磁場強度制御部50による制御内容に基づき導出される必要電力を電力供給部53が保持するか否かを判定する電力判定部52と、電力判定部52によって得られた判定結果を表示するための表示部54とを備える。

10

【0059】

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。本実施の形態1にかかる被検体内導入システムは、位置検出を行う前に、被検体1の体格情報を取得し、体格情報に基づき磁場強度を制御すると共に、制御した磁場強度を実現するために必要な電力を電力供給部53が保持しているか否かを判定する電力判定を行う。従って、以下の説明では、磁場強度制御動作および電力判定動作について説明した後、第1直線磁場等を用いた位置検出動作について説明する。なお、以下の説明のうち、磁場強度制御動作および電力判定動作は、例として第2直線磁場のケースについて説明するが、実際の被検体内導入システムの動作では、第1直線磁場および拡散磁場に関しても同様の制御動作が行われる。

20

【0060】

図7は、本実施の形態1にかかる被検体内導入システムにおいて、磁場強度制御部50によって行われる制御動作について示すフローチャートである。図7に示すように、磁場強度制御部50は、最初に被検体1の外表面の所定位置に配置された磁場センサ13によって検出された第2直線磁場に関する磁場強度を体格情報として入力する(ステップS101)。そして、検出結果たる磁場強度の値が磁場強度データベース51に記録された許容最低値未満であるか否かを判定し(ステップS102)、磁場強度が許容最低値未満の値の場合には(ステップS102, Yes)、磁場強度制御部50は、第2直線磁場形成部10に対して第2直線磁場の強度が増加するよう制御し(ステップS103)、再びステップS102に戻って上述の処理を行う。一方、磁場強度が許容最低値以上の値の場合には(ステップS102, No)、さらに検出結果たる磁場強度の値が磁場強度データベース51に記録された許容最高値より大きいか否かを判定する(ステップS104)。磁場強度の値が許容最高値よりも大きい場合には、磁場強度制御部50は、第2直線磁場形成部10に対して第2直線磁場の強度が低下するよう制御し(ステップS105)、再びステップS102に戻って上述の処理を行う。以上の処理を繰り返すことによって、磁場センサ13が配置された位置における第2直線磁場の強度は、磁場強度データベース51に記録された許容最低値と許容最大値との間の値に集束することとなる。以下、第1直線磁場を形成する第1直線磁場形成部9および拡散磁場を形成する拡散磁場形成部11に関しても同様の制御処理を行い、それぞれが形成する磁場に関しても、磁場センサ13が配置された位置において所定の許容最低値と許容最大値との間の強度となるよう調整される。

30

【0061】

磁場強度制御処理の意義について簡単に説明する。図8は、磁場強度制御の結果として第2直線磁場形成部10によって形成される第2直線磁場に関して示す模式図である。図8に示すように、例えば、複数の磁場センサ13a～13dがそれぞれ被検体1の外表面上に配置されており、このうち磁場センサ13dは、第2直線磁場形成部10との間の距離が、カプセル型内視鏡2が存在しうる領域である存在可能領域56と第2直線磁場形成部10との間の距離の最大値よりも大きくなる位置に配置されているものとする。具体的には、図8にも示すように、存在可能領域56の周縁部上の点であって第2直線磁場形成部10に対して最も遠い位置となる最遠点57と、第2直線磁場形成部10との間の距離

40

50

$r_{max}$  に対して、第 2 直線磁場形成部 10 との間の距離  $r$  の値が大きくなるよう磁場センサ 13d は配置されている。

#### 【0062】

かかる配置の下で、磁場センサ 13d によって検出される磁場強度を体格情報として使用し、磁場センサ 13d によって検出される磁場強度の値を、許容最低値と許容最高値との間に保持した場合を考える。一般に、磁場形成手段によって形成される磁場は、磁場形成手段から離隔するにつれて強度が増加することはなく、第 2 直線磁場形成部 10 によって形成された第 2 直線磁場の場合には、第 2 直線磁場形成部 10 から離隔するにつれて徐々に強度が減衰することとなる。従って、磁場センサ 13d よりも第 2 直線磁場形成部 10 近傍の領域となる存在可能領域 56 では、任意の位置において、第 2 直線磁場の強度が許容最低値以上の値となる。また、磁場センサ 13d よりも第 2 直線磁場形成部 10 より遠い位置となる被検体 1 の外部では、第 2 直線磁場の強度は、許容最高値以下の値となる。このように、磁場強度制御部 50 は、磁場センサ 13 を用いて第 2 直線磁場形成部 10 の駆動状態を制御することによって、被検体 1 内部および被検体 1 外部における磁場の強度を制御しているのである。10

#### 【0063】

次に、電力判定部 52 による電力判定処理について説明する。図 9 は、電力判定部の処理を説明するためのフローチャートである。図 9 に示すように、まず、電力判定部 52 は、磁場強度制御部 50 によって定められた磁場強度の値を取得する（ステップ S201）。本実施の形態 1 のように、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 という複数の磁場強度の制御対象が備わる場合には、それぞれについて導出された磁場強度の値が入力される。そして、電力判定部 52 は、それぞれの磁場強度を所定時間に渡って実現するために第 1 直線磁場形成部 9 等において必要となる必要電力量を導出し（ステップ S202）、一方で電力供給部 53 に保持された電力量である保持電力量の値を取得する（ステップ S203）。そして、電力判定部 52 は、ステップ S203 において取得した保持電力量が、ステップ S202 において導出した必要電力量よりも多いか否かの判定を行い（ステップ S204）、保持電力量が必要電力量よりも多いと判定した場合には（ステップ S204, Yes）、電力判定処理は終了する。一方で、必要電力量が保持電力量よりも多い場合には、使用者に対して電力不足が生じる可能性がある旨の所定の警告を表示する（ステップ S205）。なお、ステップ S202 では、実際には処理装置 12 の構成要素によって消費される電力についても加算される。ただし、かかる電力の値は被検体 1 の個体差によらずほぼ一定のものであることから、例えば電力判定部 52 があらかじめデータとして保持しているものとする。20

#### 【0064】

以上の磁場強度制御処理および電力判定処理が完了した後、カプセル型内視鏡 2 が被検体 1 に導入され、被検体内情報の取得を行いつつ被検体 1 の内部におけるカプセル型内視鏡 2 の位置検出が行われる。以下、本実施の形態 1 にかかる被検体内導入システムにおいて、検出対象たるカプセル型内視鏡 2 の位置検出について説明を行う。30

#### 【0065】

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ることはもちろんである。40

#### 【0066】

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 10 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50

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10に示すような方位のずれを生じることとなる。

【0067】

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直線磁場形成部10を用いた場合の第2直線磁場はy軸方向に進行する。

10

【0068】

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。

【0069】

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S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>として出力される。例えば、図10の例においては、磁場信号S<sub>1</sub>には、第1直線磁場の進行方向として座標(X<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>)に関する情報が含まれ、磁場信号S<sub>2</sub>には、第2直線磁場の進行方向として座標(X<sub>2</sub>、Y<sub>2</sub>、Z<sub>2</sub>)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S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>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、(X<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>)および(X<sub>2</sub>、Y<sub>2</sub>、Z<sub>2</sub>)の双方に対する内積の値が0となる座標(X<sub>3</sub>、Y<sub>3</sub>、Z<sub>3</sub>)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。

20

【0070】

次に、導出した方位情報を用いた、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S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub>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。

30

【0071】

まず、位置導出部41は、磁場信号S<sub>2</sub>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S<sub>2</sub>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S<sub>2</sub>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11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59上に位置することが明らかとなる。

40

【0072】

そして、位置導出部41は、磁場信号S<sub>3</sub>、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

50

面 5 9 上における位置を導出する。具体的には、磁場信号  $S_3$  および方位情報を基づき、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  $S_3$  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  $S_3$  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 4 2 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 4 1 は、図 1 2 に示すように、磁力線方位データベース 4 2 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。以上の処理を行うことによって、被検体 1 内におけるカプセル型内視鏡 2 の方位および位置が導出され、位置検出が完了する。  
10

#### 【 0 0 7 3 】

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。まず、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 の個体差に起因した体格の違いにかかわらず、位置検出を行う際に充分な強度の位置検出用磁場を形成できるという利点を有する。本実施の形態 1 では、被検体 1 の外表面上に磁場センサ 1 3 を配置することとしており、磁場形成手段（例えば、第 2 直線磁場形成部 1 0）と磁場センサ 1 3 との間の距離は、被検体 1 の体格に応じて変化する。従って、磁場センサ 1 3 が検出する磁場強度は、被検体 1 の体格を反映した値、すなわち被検体 1 の外表面形状に対応した体格情報として機能することとなり、磁場センサ 1 3 は、体格情報検出手段として機能することとなる。そして、本実施の形態 1 では、かかる体格情報に基づき最適な強度の磁場を形成するよう磁場形成手段を制御する磁場強度制御部 5 0 を備えており、磁場強度制御部 5 0 によって第 2 直線磁場形成部 1 0 等の磁場形成手段によって形成される磁場の強度を調整することによって、被検体 1 の体格の違いにかかわらず充分な強度の磁場を形成することが可能である。  
20

#### 【 0 0 7 4 】

より具体的には、本実施の形態 1 では、図 8 にも示したように、1 以上の磁場センサ 1 3 のうち少なくとも一つに関して、磁場形成手段（例えば第 2 直線磁場形成部 1 0）との間の距離が、位置検出を行う際に検出対象たるカプセル型内視鏡 2 が位置しうる領域（存在可能領域 5 6）と磁場形成手段との間の距離の最大値よりも大きくなる位置に配置される。ここで、第 2 直線磁場等の一般的な磁場は、距離に応じて強度が増加することではなく、通常は減衰する特性を有することから、磁場センサ 1 3 を上述の位置に配置した場合には、存在可能領域 5 6 内のすべての領域において、磁場センサ 1 3 によって検出される磁場強度以上の強度の磁場が形成されることとなる。従って、磁場センサ 1 3 によって検出される磁場強度に関して、磁場強度データベース 5 1 に記録される許容最低値を適切に設定、例えばカプセル型内視鏡 2 に備わる磁場センサ 1 6 によって検出可能な最低強度とすることによって、被検体 1 の体格差にかかわらず、存在可能領域 5 6 内のすべての領域において、カプセル型内視鏡 2 に備わる磁場センサ 1 6 によって位置検出用磁場を検出することが可能となる。  
30

#### 【 0 0 7 5 】

また、本実施の形態 1 では、被検体 1 の外部において、位置検出用磁場が他の電子機器に対して及ぼす影響を低減することが可能である。上述したように、位置検出用磁場等の一般的な磁場は、磁場形成手段からの距離に応じて強度が増加することではなく、通常は減衰することから、磁場形成手段に対して磁場センサ 1 3 よりも遠方に位置する領域における磁場強度は、磁場センサ 1 3 によって検出される値以下の値となる。従って、磁場強度データベース 5 1 に記録される許容最高値の値を適切に設定しておくことにより、磁場形成手段によって形成された磁場の被検体 1 外部における強度を抑制することが可能であり、被検体 1 外部に存在する電子機器等に対する影響を低減することが可能である。  
40

#### 【 0 0 7 6 】

さらに、本実施の形態 1 では、磁場強度制御部 5 0 が供給電力を調整することによって

10

20

30

40

50

磁場強度を制御する構成を有し、磁場強度制御部 50 によって導出された供給電力を電力供給部 53 が供給可能であるか否かの判定を行う電力判定部 52 を備える。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、被検体 1 の個体差に応じて検出の際に必要充分な強度の磁場を形成するために、磁場強度制御部 50 によって磁場形成手段に対しても供給する電力量を変化させる構成を採用する。従って、変化する必要電力量に対して電力供給部 53 に保持されている保持電力量が充分であるか否かを判定する機構が必要となり、本実施の形態 1 では、かかる判定を行う電力判定部 52 を新たに備えることとしている。電力判定部 52 を備えたことによって、例えば被検体 1 が大柄な成人男性の場合のように、必要電力量が大きな値となる場合には、電力供給部 53 に保持されている保持電力量が不十分である等の問題を事前に把握することが可能となり、あらかじめ大容量の電力供給部 53 と交換する等の処置が可能となるという利点を有する。

10

## 【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。実施の形態 2 にかかる被検体内導入システムは、第 1 直線磁場として、第 1 直線磁場形成部によって形成される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。

## 【0078】

図 13 は、実施の形態 2 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 13 に示すように、本実施の形態 2 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 60 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 61 を備えた構成を有する。また、処理装置 62 についても、実施の形態 1 等とは異なる構成を有する。

20

## 【0079】

地磁気センサ 61 は、基本的にはカプセル型内視鏡 2 に備わる磁場センサ 16 と同様の構成を有する。すなわち、地磁気センサ 61 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 61 は、磁場センサ 16 とは異なり、被検体 1 の外表面上に配置され、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 61 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 62 に対して出力する構成を有する。

30

## 【0080】

次に、本実施の形態 2 における処理装置 62 について説明する。図 14 は、処理装置 62 の構成を示すブロック図である。図 14 に示すように、処理装置 62 は、基本的には実施の形態 1 における処理装置 12 と同様の構成を有する一方で、地磁気センサ 61 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 40 に対して出力する地磁気方位導出部 63 を備えた構成を有する。

40

## 【0081】

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ができないという問題を生じることとなる。

## 【0082】

従って、本実施の形態 2 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

50

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61および地磁気方位導出部63を備えることとしている。すなわち、地磁気センサ61の検出結果に基づいて、地磁気方位導出部63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40に出力する。これに対して、方位導出部40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。

#### 【0083】

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10を構成するコイル34の延伸方向を図3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。

10

#### 【0084】

次に、本実施の形態2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2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、地磁気を利用する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61は、M1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61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。

20

#### 【0085】

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。

30

#### 【0086】

以上、実施の形態1、2を用いて本発明を説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定して解釈するべきではなく、当業者であれば様々な実施例・変形例等に想到することが可能である。例えば、実施の形態1、2では、磁場形成手段の例として第2直線磁場形成部10を用いて説明したが、上述の説明から容易に明らかのように、磁場形成手段として第1直線磁場形成部9または/および拡散磁場形成部11を使用し、位置検出用磁場として第1直線磁場または/および拡散磁場を用いることとしても良い。

#### 【0087】

また、簡易な構成としてカプセル型内視鏡2を被検体1に導入する前にのみ磁場強度制御部50による制御を行うこととしても良い。かかる場合には、磁場センサ13は、一度磁場制御部50による制御が完了し、カプセル型内視鏡2が被検体1に導入された後には被検体1の外表面から除去することとしても良い。さらに、より簡易な構成として、被検体1に導入する前のカプセル型内視鏡2に備わる磁場センサ16を、体格情報取得手段としての磁場センサ13の代わりに使用することも可能である。すなわち、被検体1の外表面上の所定の位置に仮固定したカプセル型内視鏡2によって検出された磁場強度に基づき、磁場強度制御部50が制御を行う構成としても良い。

40

#### 【0088】

また、体格情報検出手段の例として磁場センサ13を用いることとしたが、かかる構成に限定されないことも同様である。体格情報としては、被検体1の体格に応じて異なる内

50

容の情報であって、磁場形成手段によって形成する磁場の強度の導出の際に使用可能なものであれば良く、体格情報検出手段の構成についてもこの限りで任意のものとすることが可能である。例えば、体格情報として被検体1の身長・体重に関する情報を用いても良い。この場合には、磁場強度データベース51中に、被検体1の身長・体重と磁場形成手段によって形成する磁場の強度との対応関係を記録することによって、磁場強度制御部50による磁場強度制御が可能となる。

【0089】

さらに、検出対象に関するものとしても良い。上述の説明からも明らかなように、本発明は、検出対象の性質に関わらず適用することが可能である。具体的には、位置検出用磁場を形成する磁場形成手段と、磁場形成手段に対して、検出対象が位置しうる領域（存在可能領域）と磁場形成手段との間の距離の最大値以上の距離だけ離隔して配置され、前記位置検出用磁場の強度を検出する磁場センサと、磁場センサによって検出された磁場強度に基づき磁場形成手段を制御する磁場強度制御手段とを備えた位置検出装置であれば、検出対象等は任意のものであっても良い。

10

【図面の簡単な説明】

【0090】

【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を示す模式図である。

【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。

20

【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】磁場強度制御部によって行われる処理の内容を説明するためのフローチャートである。

【図8】磁場強度制御部によって行われる処理の内容を説明するための模式図である。

【図9】電力判定部によって行われる処理の内容を説明するためのフローチャートである。

30

【図10】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11】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12】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13】実施の形態2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14】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。

【符号の説明】

【0091】

1 被検体

40

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 第2直線磁場形成部

11 拡散磁場形成部

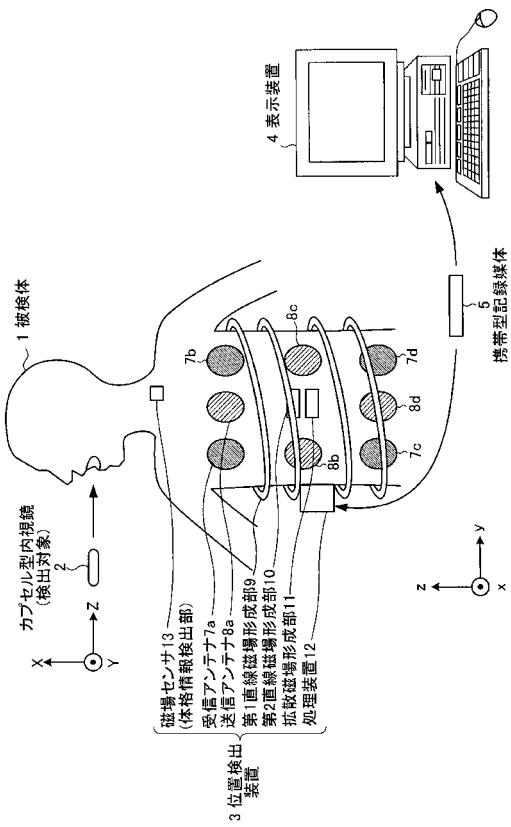
12 処理装置

13、13a ~ 13d 磁場センサ

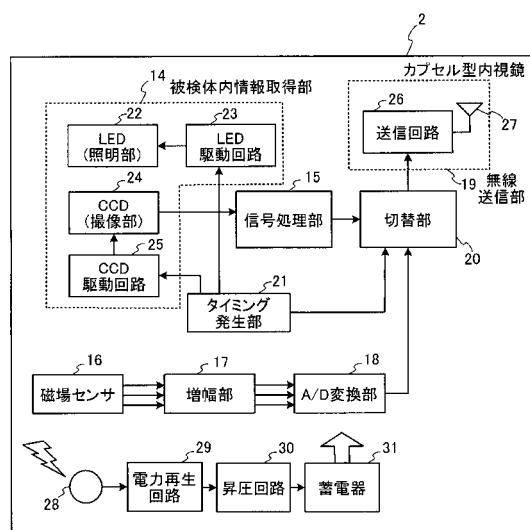
50

1 4	被検体内情報取得部	
1 5	信号処理部	
1 6	磁場センサ	
1 7	増幅部	
1 8	A / D 変換部	
1 9	無線送信部	
2 0	切替部	
2 1	タイミング発生部	
2 2	L E D	
2 3	L E D 駆動回路	10
2 4	C C D	
2 5	C C D 駆動回路	
2 6	送信回路	
2 7	送信アンテナ	
2 8	受信アンテナ	
2 9	電力再生回路	
3 0	昇圧回路	
3 1	蓄電器	
3 2	コイル	
3 4	コイル	20
3 7	受信アンテナ選択部	
3 8	受信回路	
3 9	信号処理部	
4 0	方位導出部	
4 1	位置導出部	
4 2	磁力線方位データベース	
4 4	発振器	
4 6	増幅回路	
4 7	送信アンテナ選択部	
5 0	磁場強度制御部	30
5 1	磁場強度データベース	
5 2	電力判定部	
5 3	電力供給部	
5 4	表示部	
5 6	存在可能領域	
5 7	最遠点	
5 9	曲面	
6 0	位置検出装置	
6 1	地磁気センサ	
6 2	処理装置	40
6 3	地磁気方位導出部	

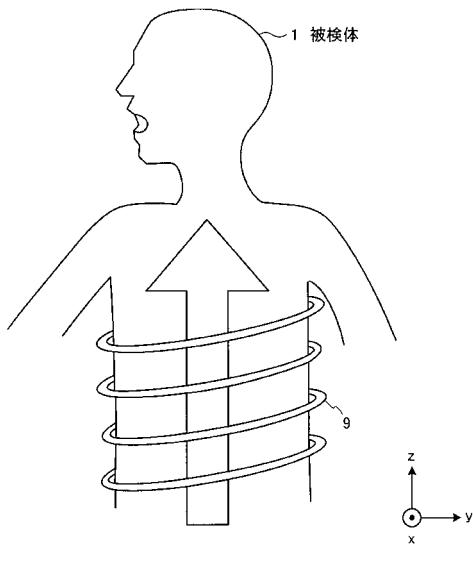
【図1】



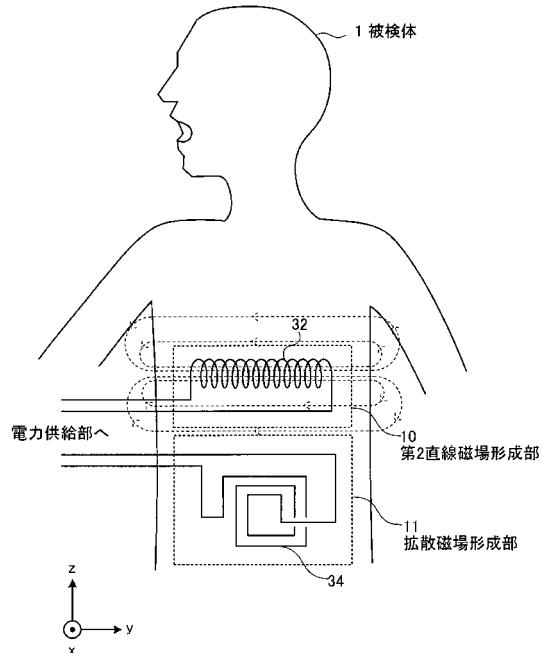
【図2】



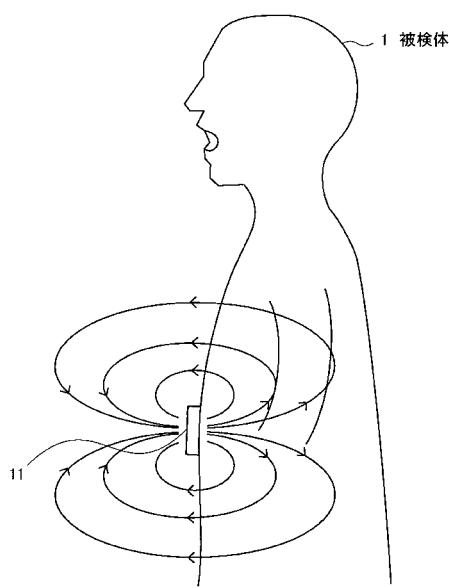
【図3】



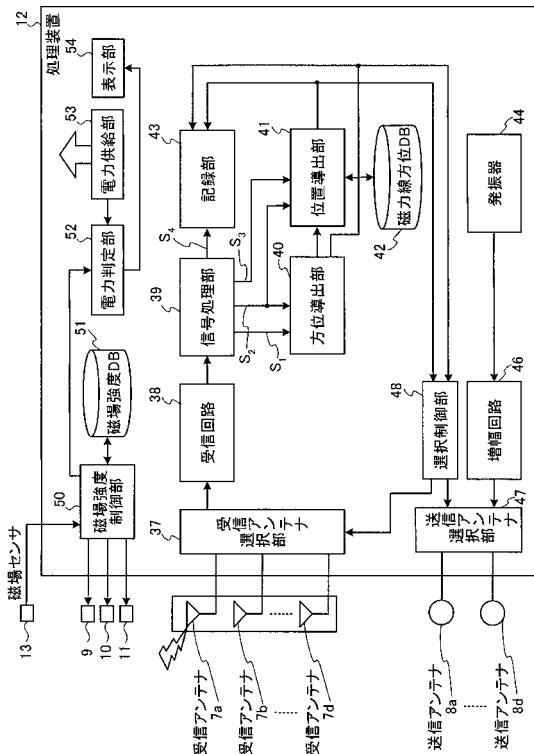
【図4】



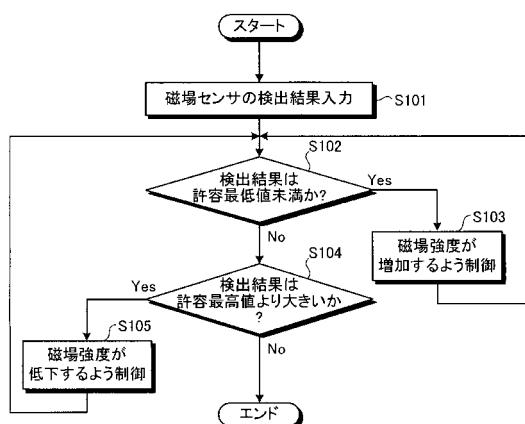
【図5】



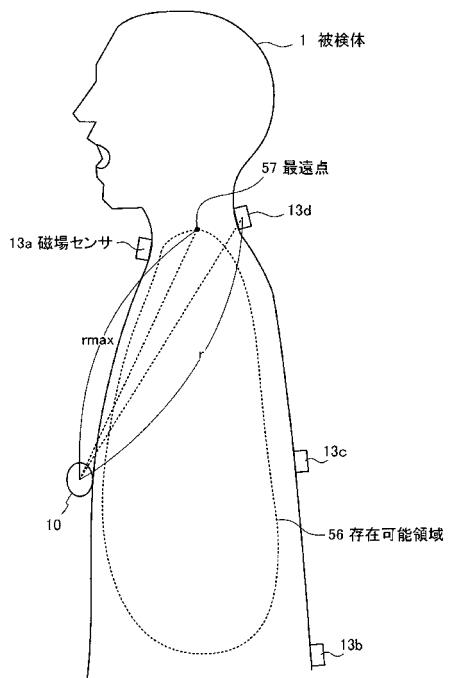
【図6】



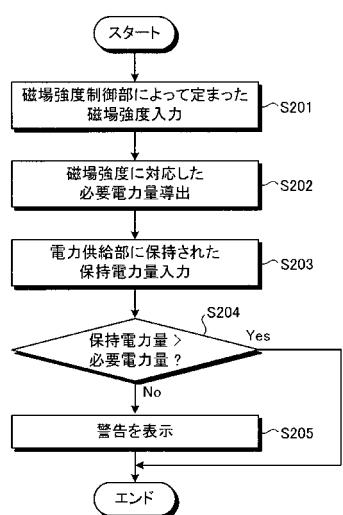
【図7】



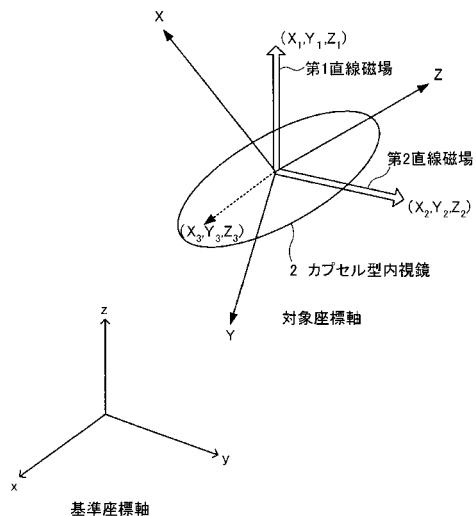
【図8】



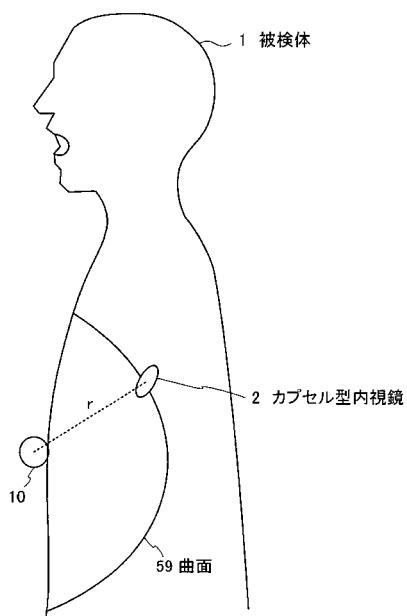
【図9】



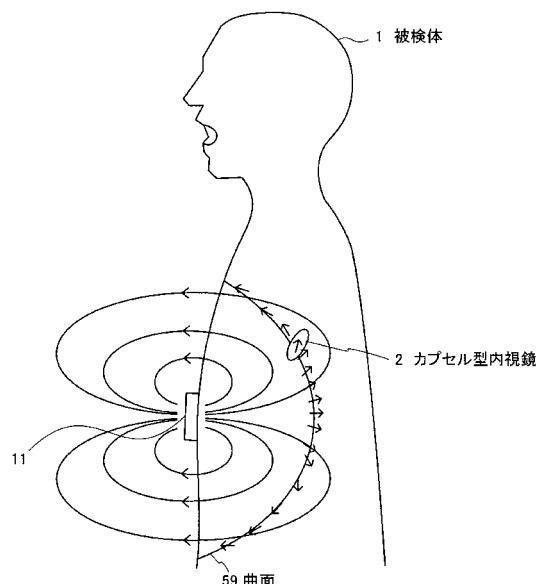
【図10】



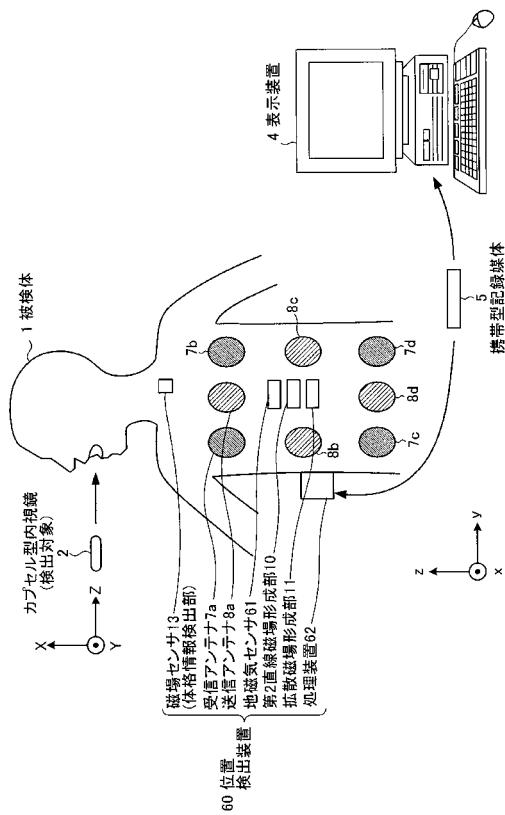
【図11】



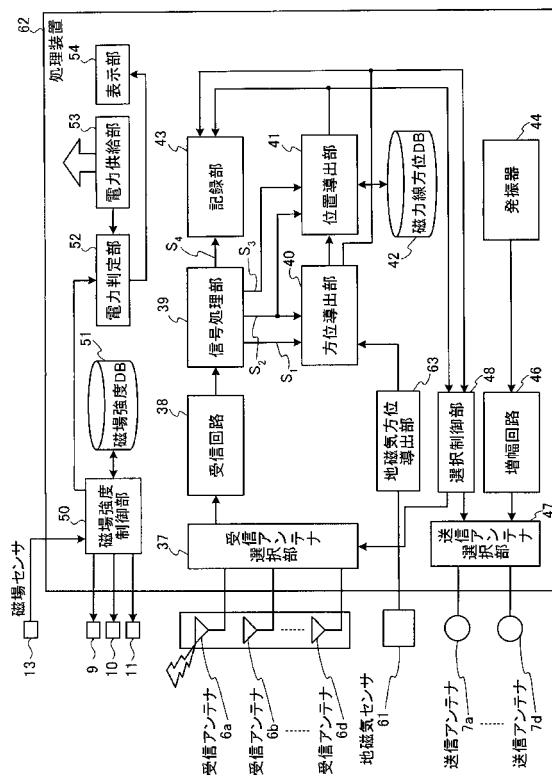
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

A 6 1 B 1 / 0 0

A 6 1 B 5 / 0 6

专利名称(译)	位置检测设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP4560359B2</a>	公开(公告)日	2010-10-13
申请号	JP2004266066	申请日	2004-09-13
[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		
当前申请(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 A61B5/06		
CPC分类号	A61B1/041 A61B5/062		
FI分类号	A61B1/00.320.B A61B1/00.300.D A61B5/06 A61B1/00.C A61B1/00.550 A61B1/00.552 A61B1/00.610 A61B1/00.682 A61B5/07 G01B7/00.R G01B7/00.102.M G01B7/00.103.M		
F-TERM分类号	2F063/AA04 2F063/BA29 2F063/CA15 2F063/DD08 2F063/GA52 2F063/NA01 2F063/NA08 4C038 /CC03 4C038/CC05 4C061/CC06 4C061/DD10 4C061/HH51 4C061/JJ17 4C061/LL02 4C061/NN10 4C061/UU06 4C161/CC06 4C161/DD07 4C161/DD10 4C161/FF14 4C161/FF15 4C161/GG28 4C161 /HH51 4C161/JJ17 4C161/LL02 4C161/NN10 4C161/UU06		
代理人(译)	酒井宏明		
其他公开文献	<a href="#">JP2006075535A</a>		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

### 摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够根据被检体的体格产生具有适当强度的位置检测磁场的位置检测装置。SOLUTION：位置检测装置3包括用于接收无线电信号的接收天线7a-7d，用于向胶囊内窥镜2发送供电无线电信号的发送天线8a-8d，用于产生第一线性磁场的第一线性磁场产生部分9，用于产生第二线性磁场的第二线性磁场产生部分10，用于产生扩散磁场的扩散磁场产生部分11，用于对无线电信号等进行预定处理的处理装置12通过接收天线7a-7d接收的磁场传感器13和用作物理构成信息检测装置的磁场传感器13。磁场传感器13具有检测作为物理构成信息的位置的磁场强度的功能。处理装置12具有基于由磁场传感器13检测的磁场强度来控制第一线性磁场产生部分9等的功能。

【图 1】

