

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-296112  
(P2005-296112A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int.CI.<sup>7</sup>**A61B 1/00**  
**A61B 5/07**  
**A61B 8/12**

F 1

A 6 1 B 1/00  
A 6 1 B 5/07  
A 6 1 B 8/12

テーマコード(参考)

4 C 0 3 8  
4 C 0 6 1  
4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号  
(22) 出願日特願2004-113191 (P2004-113191)  
平成16年4月7日(2004.4.7)(71) 出願人 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 鈴木 克哉  
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  
(72) 発明者 笹川 克義  
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  
(72) 発明者 本多 武道  
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

最終頁に続く

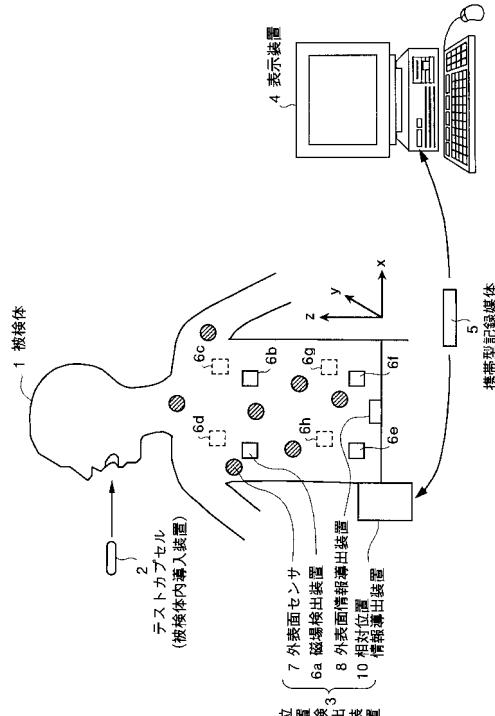
(54) 【発明の名称】被検体内位置表示システム

## (57) 【要約】

【課題】被検体に対する被検体内導入装置の相対的な位置関係を表示する被検体内位置表示システムを実現する。

【解決手段】被検体1の外表面の形状等に関する外表面情報の導出を行うと共に外表面に対するテストカプセル2の相対位置を検出する位置検出装置3と、位置検出装置3によって検出された相対位置を表示する表示装置4と、位置検出装置3と表示装置4との間の情報伝達を行うための携帯型記録媒体5とを備えた構成を有する。位置検出装置3は、外表面センサ7および外表面情報導出装置8を備えることによって被検体1の外表面の形状等を把握し、磁場検出装置6a～6hを用いて導出されたテストカプセル2の位置と外表面の形状等の相対関係を導出する。表示装置4は、携帯型記録媒体5を介して導出された相対関係に関する情報を取得し、被検体1の外表面に対するテストカプセル2の相対位置を表示する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被検体内に導入され、該被検体内を移動する被検体内導入装置の位置を表示する被検体内位置表示システムであって、

被検体の外表面に対する前記被検体内導入装置の相対位置を検出する位置検出装置と、

前記位置検出装置による検出結果に基づいて、前記外表面に対する前記被検体内導入装置の相対位置を表示する表示装置と、

を備えたことを特徴とする被検体内位置表示システム。

**【請求項 2】**

前記表示装置は、前記被検体の外表面像と、前記外表面像に対して、前記被検体内導入装置の相対位置に対応した領域上に配置された前記被検体内導入装置の像とを表示することを特徴とする請求項 1 に記載の被検体内位置表示システム。 10

**【請求項 3】**

前記位置検出装置は、

前記被検体内導入装置に備わる磁場形成手段によって形成された静磁場の強度を検出する磁場センサ手段と、

前記被検体の外表面上に複数配置された外表面センサ手段と、

前記外表面センサ手段の位置に基づいて前記被検体の外表面情報を導出する外表面情報導出手段と、

前記被検体の外表面と前記磁場センサ手段との位置関係を導出する位置関係導出手段と 20

、導出された前記被検体の外表面と前記磁場センサ手段との位置関係と、前記磁場センサ手段によって検出された磁場強度とにに基づいて、前記被検体の外表面に対する前記被検体内導入装置の相対位置情報を導出する相対位置情報導出手段と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の被検体内位置表示システム。

**【請求項 4】**

前記磁場センサ手段は、前記外表面センサ手段の少なくとも一部との間の位置関係が固定された状態で配置され、

前記位置関係導出手段は、前記磁場センサ手段との位置関係が固定された前記外表面センサ手段の位置に基づき前記被検体の外表面と前記磁場センサ手段との位置関係を導出することを特徴とする請求項 3 に記載の被検体内位置表示システム。 30

**【請求項 5】**

所定の基準位置に配置された第 1 無線手段をさらに備え、

複数の前記外表面センサ手段は、前記第 1 無線手段との間で無線信号の伝送を行う第 2 無線手段をそれぞれ備え、

前記外表面情報導出手段は、

前記第 1 無線手段と前記第 2 無線手段との間の無線信号の伝送における、前記第 1 無線手段または前記第 2 無線手段の少なくとも一方の受信強度に基づき、前記基準位置と前記外表面センサ手段との間の距離を導出する距離導出手段と、

前記距離導出手段によって導出された距離に基づいて前記外表面センサ手段の位置を導出する外表面センサ位置導出手段と、 40

前記外表面センサ位置導出手段によって導出された位置に基づいて、前記被検体の外表面情報を生成する外表面情報生成手段と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載の被検体内位置表示システム。

**【請求項 6】**

複数の前記第 2 無線手段は、それぞれ異なる周波数の無線信号を送信し、

前記外表面情報導出手段は、前記第 1 無線手段によって受信される無線信号の周波数分析を行うことによって受信した無線信号の送信元を識別するスペクトル解析手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 5 に記載の被検体内位置表示システム。 50

**【請求項 7】**

複数の前記第2無線手段は、それぞれ異なる識別情報を記憶したRFIDタグによって形成され、

前記外表面情報導出手段は、前記第1無線手段によって受信された無線信号に含まれる識別情報に基づいて、受信した無線信号の送信元を識別する送信元識別手段をさらに備えたことを特徴とする請求項5に記載の被検体内位置表示システム。

**【請求項 8】**

前記外表面情報導出手段は、複数の前記外表面センサ手段と前記基準位置との間の距離のそれぞれと、前記外表面センサ手段の位置との対応関係を記憶した位置情報データベースをさらに備え、

10

前記外表面センサ位置導出手段は、前記位置情報データベースに記憶された情報の中から、前記距離導出手段によって導出された距離に対応する位置を導出することを特徴とする請求項5～7のいずれか一つに記載の被検体内位置表示システム。

**【請求項 9】**

前記第1無線手段は、複数配置され、

前記外表面センサ位置導出手段は、複数の前記第1無線手段のそれぞれに対応した複数の基準位置と、前記外表面センサ手段との間の距離を導出し、導出した距離に基づいて前記外表面センサ手段の位置を導出することを特徴とする請求項5～7のいずれか一つに記載の被検体内位置表示システム。

**【請求項 10】**

20

前記基準センサ手段は、

前記第1無線手段を用いた無線信号の伝送における指向方向を調整する指向方向調整手段と、

前記第2無線手段との無線信号の伝送において、受信強度が最も高くなる指向方向を判定する指向方向判定手段と、

をさらに備え、前記距離導出手段によって導出された距離と、前記指向方向判定手段によって判定された指向方向とに基づいて前記外表面センサ手段の位置を導出することを特徴とする請求項5～7のいずれか一つに記載の被検体内位置表示システム。

**【請求項 11】**

30

前記被検体内導入装置は、

被検体内情報を取得する被検体内情報取得手段と、

前記被検体内情報取得手段によって取得された前記被検体内情報を無線送信する無線送信手段とをさらに備え、

前記位置検出装置は、前記無線送信手段から送信された、前記被検体内情報を含む無線信号を受信する無線受信手段をさらに備え、

前記表示装置は、前記無線受信手段によって受信された無線信号の内容をさらに表示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被検体内位置表示システム。

**【請求項 12】**

40

前記被検体内情報取得手段は、

前記被検体内を照射する照明手段と、

前記照明手段によって照射された前記被検体内の画像を取得する撮像手段と、

を備え、

前記無線送信手段は、前記撮像手段によって撮像されて得た画像情報を含む無線信号を送信することを特徴とする請求項11に記載の被検体内位置表示システム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、被検体内に導入され、該被検体内を移動する被検体内導入装置と、前記被検体外部に配置され、前記被検体内部における前記被検体内導入装置の位置情報を取得する位置検出装置とを備えた被検体内位置表示システムに関するものである。

50

**【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。

**【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。

**【0004】**

かかるカプセル型内視鏡に関して、例えば被検体内部の特定臓器の内視鏡画像を撮像するために、受信機側にカプセル型内視鏡の被検体内における位置検出を行う機能を持たせたものが提案されている。かかる位置検出機能を備えたカプセル型内視鏡システムの一例としては、カプセル型内視鏡に内蔵された無線通信機能を流用したものが知られている。すなわち、被検体外部に設けられた受信機が複数のアンテナ素子を備えた構成を有し、カプセル型内視鏡から送信された無線信号を個々のアンテナ素子で受信し、それぞれのアンテナ素子における受信強度の違いに基づいて被検体内におけるカプセル型内視鏡の位置を検出する機構を有する（例えば、特許文献1参照。）。

**【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、従来のカプセル型内視鏡システムは、撮像された画像が被検体内のどの位置に対応するものかを医者、看護士等が把握することが困難であるという課題を有する。以下、かかる課題について説明する。

**【0007】**

上記した従来のカプセル型内視鏡システムでは、カプセル型内視鏡から送信される無線信号に対して、受信機に備わる複数のアンテナ素子における受信強度の違いに基づいてカプセル型内視鏡の位置を検出することとしている。しかしながら、かかる構成を採用した場合、受信機に対する位置を検出することは可能であっても、被検体内におけるカプセル型内視鏡の相対位置を把握することは容易ではない。

**【0008】**

すなわち、被検体は、例えば、性別、年齢、人種等に応じて体格に個体差を有している。従って、例えば受信機に対するカプセル型内視鏡の位置、いわば絶対的な位置のみが導出された場合であっても、医者、看護士等は、かかる位置に基づいてカプセル型内視鏡が被検体の体内のどの位置に存在するかを把握することは困難であり、ひいてはカプセル型内視鏡が所定時刻において被検体内のどの臓器中に存在するかを判断することは困難である。すなわち、従来のカプセル型内視鏡システムにおける位置検出機構は、絶対的な位置の把握のみが可能であるに過ぎず、必ずしも診断等の便宜向上に寄与するものではなかった。

**【0009】**

また、従来のカプセル型内視鏡システムは、カプセル型内視鏡の位置検出精度にも問題を有している。すなわち、従来の位置検出メカニズムは、特許文献1の[0018]段落にも記載されているように、カプセル型内視鏡から送信される無線信号の強度の減衰が、

カプセル型内視鏡からの距離に応じて一意に定まることを前提として行われている。

#### 【0010】

しかしながら、現実にはカプセル型内視鏡とアンテナ素子との間に存在する臓器等の構成物は、それぞれ比誘電率、導電率等の値が異なることから、構成物の種類等に応じて無線信号強度の減衰率は大きく異なる値となる。例えば、カプセル型内視鏡とアンテナ素子との間に肝臓、血管等が存在している場合には、かかる臓器等によって無線信号が大量に吸収されることから、これらの臓器等が存在しない場合と比較して無線信号強度の減衰率が大きくなり、正確な位置検出の妨げとなる。

#### 【0011】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、被検体内に導入されたカプセル型内視鏡等の被検体内導入装置について、被検体との相対的な位置関係を医者等が容易に把握しうる被検体内位置表示システムを実現することを目的とする。

10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、請求項1にかかる被検体内位置表示システムは、被検体内に導入され、該被検体内を移動する被検体内導入装置の位置を表示する被検体内位置表示システムであって、被検体の外表面に対する前記被検体内導入装置の相対位置を検出する位置検出装置と、前記位置検出装置による検出結果に基づいて、前記外表面に対する前記被検体内導入装置の相対位置を表示する表示装置とを備えたことを特徴とする。

20

#### 【0013】

この請求項1の発明によれば、個体差が存在する被検体の外表面に対する被検体内における被検体内導入装置の相対位置を表示する表示装置を備えることとしたため、医者、看護士等の観察者は、被検体内導入装置の絶対的な位置ではなく、個体差が存在する被検体の外表面との相対位置関係を把握することが可能となり、例えば、被検体内導入装置がどの臓器を通過しているか等の推定を容易に行うことが可能である。

#### 【0014】

また、請求項2にかかる被検体内位置表示システムは、上記の発明において、前記表示装置は、前記被検体の外表面像と、前記外表面像に対して、前記被検体内導入装置の相対位置に対応した領域上に配置された前記被検体内導入装置の像とを表示することを特徴とする。

30

#### 【0015】

また、請求項3にかかる被検体内位置表示システムは、上記の発明において、前記位置検出装置は、前記被検体内導入装置に備わる磁場形成手段によって形成された静磁場の強度を検出する磁場センサ手段と、前記被検体の外表面上に複数配置された外表面センサ手段と、前記外表面センサ手段の位置に基づいて前記被検体の外表面情報を導出する外表面情報導出手段と、前記被検体の外表面と前記磁場センサ手段との位置関係を導出する位置関係導出手段と、導出された前記被検体の外表面と前記磁場センサ手段との位置関係と、前記磁場センサ手段によって検出された磁場強度とに基づいて、前記被検体の外表面に対する前記被検体内導入装置の相対位置情報を導出する相対位置情報導出手段とを備えたことを特徴とする。

40

#### 【0016】

また、請求項4にかかる被検体内位置表示システムは、上記の発明において、前記磁場センサ手段は、前記外表面センサ手段の少なくとも一部との間の位置関係が固定された状態で配置され、前記位置関係導出手段は、前記磁場センサ手段との位置関係が固定された前記外表面センサ手段の位置に基づき前記被検体の外表面と前記磁場センサ手段との位置関係を導出することを特徴とする。

#### 【0017】

また、請求項5にかかる被検体内位置表示システムは、上記の発明において、所定の基準位置に配置された第1無線手段をさらに備え、複数の前記外表面センサ手段は、前記第

50

1 無線手段との間で無線信号の伝送を行う第 2 無線手段をそれぞれ備え、前記外表面情報導出手段は、前記第 1 無線手段と前記第 2 無線手段との間の無線信号の伝送における、前記第 1 無線手段または前記第 2 無線手段の少なくとも一方の受信強度に基づき、前記基準位置と前記外表面センサ手段との間の距離を導出する距離導出手段と、前記距離導出手段によって導出された距離に基づいて前記外表面センサ手段の位置を導出する外表面センサ位置導出手段と、前記外表面センサ位置導出手段によって導出された位置に基づいて、前記被検体の外表面情報を生成する外表面情報生成手段とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 6 にかかる被検体内位置表示システムは、上記の発明において、複数の前記第 2 無線手段は、それぞれ異なる周波数の無線信号を送信し、前記外表面情報導出手段は、前記第 1 無線手段によって受信される無線信号の周波数分析を行うことによって受信した無線信号の送信元を識別するスペクトル解析手段をさらに備えたことを特徴とする。 10

【 0 0 1 9 】

また、請求項 7 にかかる被検体内位置表示システムは、上記の発明において、複数の前記第 2 無線手段は、それぞれ異なる識別情報を記憶した R F I D タグによって形成され、前記外表面情報導出手段は、前記第 1 無線手段によって受信された無線信号に含まれる識別情報に基づいて、受信した無線信号の送信元を識別する送信元識別手段をさらに備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

また、請求項 8 にかかる被検体内位置表示システムは、上記の発明において、前記外表面情報導出手段は、複数の前記外表面センサ手段と前記基準位置との間の距離のそれと、前記外表面センサ手段の位置との対応関係を記憶した位置情報データベースをさらに備え、前記外表面センサ位置導出手段は、前記位置情報データベースに記憶された情報の中から、前記距離導出手段によって導出された距離に対応する位置を導出することを特徴とする。 20

【 0 0 2 1 】

また、請求項 9 にかかる被検体内位置表示システムは、上記の発明において、前記第 1 無線手段は、複数配置され、前記外表面センサ位置導出手段は、複数の前記第 1 無線手段のそれとに対応した複数の基準位置と、前記外表面センサ手段との間の距離を導出し、導出した距離に基づいて前記外表面センサ手段の位置を導出することを特徴とする。 30

【 0 0 2 2 】

また、請求項 10 にかかる被検体内位置表示システムは、上記の発明において、前記基準センサ手段は、前記第 1 無線手段を用いた無線信号の伝送における指向方向を調整する指向方向調整手段と、前記第 2 無線手段との無線信号の伝送において、受信強度が最も高くなる指向方向を判定する指向方向判定手段と、をさらに備え、前記距離導出手段によって導出された距離と、前記指向方向判定手段によって判定された指向方向とにに基づいて前記外表面センサ手段の位置を導出することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

また、請求項 11 にかかる被検体内位置表示システムは、上記の発明において、前記被検体内導入装置は、前記被検体内情報を取得する所定の被検体内情報取得手段と、前記被検体内情報取得手段によって取得された前記被検体内情報を無線送信する無線送信手段とをさらに備え、前記位置検出装置は、前記無線送信手段から送信された、前記被検体内情報を含む無線信号を受信する無線受信手段をさらに備え、前記表示装置は、前記無線受信手段によって受信された無線信号の内容をさらに表示することを特徴とする。 40

【 0 0 2 4 】

また、請求項 12 にかかる被検体内位置表示システムは、上記の発明において、前記被検体内情報取得手段は、前記被検体内を照射する照明手段と、前記照明手段によって照射された領域の画像を取得する撮像手段とを備え、前記無線送信手段は、前記撮像手段によって撮像された画像の内容を含む無線信号を送信することを特徴とする。

【発明の効果】

## 【0025】

個体差が存在する被検体の外表面に対する被検体内における被検体内導入装置の相対位置を表示する表示装置を備えることとしたため、医者、看護士等の観察者は、被検体内導入装置の絶対的な位置ではなく、個体差が存在する被検体の外表面との相対位置関係を把握することが可能となり、例えば、被検体内導入装置がどの臓器を通過しているか等の推定を容易に行うことが可能であ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】

## 【0026】

以下、この発明を実施するための最良の形態（以下、単に「実施の形態」と称する）である被検体内位置表示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にかかる被検体内位置表示システムについて説明する。本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムは、被検体1の外表面の形状等に関する外表面情報の導出を行うと共に外表面に対するテストカプセル2（特許請求の範囲における被検体内導入装置の一例に相当）の相対位置を検出する位置検出装置3と、位置検出装置3によって検出された相対位置を表示する表示装置4と、位置検出装置3と表示装置4との間の情報伝達を行うための携帯型記録媒体5とを備えた構成を有する。

## 【0028】

まず、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムの測定対象として機能し、特許請求の範囲における被検体内導入装置として機能するテストカプセル2について説明する。テストカプセル2は、カプセル型内視鏡等を被検体1内に導入するに先立って、被検体1内にカプセル型内視鏡の通過が困難な狭窄部等が存在するか否か等の事前検査を行う際に用いられるものである。本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムは、かかるテストカプセル2の被検体1内における位置を被検体1との関係において明確に表示する機能を有し、かかる機能によって、個体差等に関わらずテストカプセル2が被検体1の内部においてどこに位置するのか、例えば所定時刻においてどの臓器を通過しているのか等を容易に把握することを可能としている。

## 【0029】

図2は、テストカプセル2の構造を示す模式図である。図2に示すように、テストカプセル2は、カプセル型内視鏡の筐体と同様のカプセル形状を有する筐体11と、筐体11内部に配置された永久磁石12と、筐体11内面と永久磁石12との間の隙間を埋める部材として機能する充填部材13とを備える。

## 【0030】

筐体11は、例えば、生体適合性材料によって形成されており、被検体1内に数日間に渡って留まった場合にも、生体である被検体1に対して悪影響を及ぼすことがない。

## 【0031】

永久磁石12は、特許請求の範囲における磁場形成手段として機能するものであり、筐体11内に収容可能なサイズの永久磁石によって構成され、磁場強度の時間変動が無視しうる静磁場を形成するためのものである。なお、永久磁石12の代わりに、例えば定電流が供給されることによって静磁場を形成するコイル等を磁場形成手段として用いることとしても良いが、永久磁石12を用いることとした場合には駆動電力が不要等の利点を有することから、永久磁石12を用いて磁場形成手段を構成することが好ましい。

## 【0032】

永久磁石12から生じる静磁場は、図2に示すように、N極側から出力されて永久磁石12外部を進行した後に再びS極側に入力する閉曲線状の磁力線によって表現される。ここで、図2に示すように磁力線の進行方向は場所依存性を有するが、磁力線によって表さ

れる静磁場の強度は、テストカプセル2からの距離のみに応じて定まるものとみなすことが可能である。すなわち、テストカプセル2に内蔵される永久磁石12のサイズは、テストカプセル2と磁場検出装置6a～6hとの間の距離と比較して無視できる程度に微小であることから、テストカプセル2から距離rだけ離れた地点における磁場強度Pは、比例係数 $\kappa$ を用いて、

$$P = \kappa / r^3 \quad \dots \quad (1)$$

と表される。本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムは、後述するように(1)式に示す関係に基づいてテストカプセル2の位置を検出することとしている。

10

### 【0033】

充填部材13は、筐体11の内面と永久磁石12との間を充填し、永久磁石12の位置を固定するためのものである。なお、充填部材13を形成する材料は被検体1に対して悪影響を与えないものであって、例えば、硫酸バリウムによって充填部材13は形成される。硫酸バリウムは、X線検査における造影剤として利用することが可能であるため、本実施の形態1における位置検出に加えてX線検査による位置検出が可能となり、両者による検出結果を対比することによって、より正確な位置検出を行うことが可能である。なお、本実施の形態1において充填部材13として硫酸バリウムを用いることは必須ではなく、充填部材として機能するものであれば任意のものを用いることは可能なのはいうまでもない。

20

### 【0034】

表示装置4は、相対位置情報導出装置10によって取得されたテストカプセル2の相対位置情報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、他の媒体に画像を出力する構成としても良い。

30

### 【0035】

携帯型記録媒体5は、後述する相対位置情報導出装置10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、テストカプセル2が被検体1の体腔内を移動している間は相対位置情報導出装置10に挿着されてテストカプセル2の位置に関する情報を記録する。そして、テストカプセル2が被検体1から排出された後に、相対位置情報導出装置10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。相対位置情報導出装置10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、相対位置情報導出装置10と表示装置4との間が有線接続された場合と異なり、テストカプセル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

### 【0036】

次に、位置検出装置3について説明する。図1にも示すように、位置検出装置3は、テストカプセル2によって形成される静磁場の強度を検出する磁場強度検出装置6a～6hと、後述する外表面情報の導出の際に用いられる外表面センサ7と、外表面センサ7の位置の検出等を行うことによって被検体1の外表面情報を導出する外表面情報導出装置8と、磁場検出装置6a～6hによって検出された磁場強度と、外表面情報導出装置8によって導出された外表面情報とに基づいて被検体1の外表面に対するテストカプセル2の相対位置を導出する相対位置情報導出装置10とを備える。

40

### 【0037】

磁場検出装置6a～6hは、図1にも示したように被検体1の外表面上に配置され、テストカプセル2に備わる永久磁石12によって形成される静磁場の強度を検出する機能を有する。図3は、磁場検出装置6と、外表面情報導出装置8の具体的構成を示す模式図で

50

ある。図3に示すように、磁場検出装置6は、磁場検出を行うための磁場センサ15を備えると共に、被検体1に対する自身の相対位置導出のために外表面センサ7を内蔵した構成を有する。なお、磁場検出装置6内に備わる外表面センサ7と、磁場検出装置6外に配置されている外表面センサ7とは同一の構成・機能を有することから、以下では図3を参照しつつまとめて説明する。

#### 【0038】

外表面センサ7は、外表面情報導出装置8との組み合わせにより外表面情報を導出するためのものである。すなわち、外表面情報導出装置8は、後述する構成に基づき外表面センサ7の位置を導出すると共に、導出した複数の外表面センサ7の位置情報に基づいて被検体1の外表面の形状に関する情報を含む外表面情報を導出する機能を有する。

10

#### 【0039】

本実施の形態1では、外表面センサ7は、外表面情報導出装置8による位置検出を可能とするために、外表面情報導出装置8に対して所定強度の無線信号を送信する機能を有している。具体的には、外表面センサ7は、外表面情報導出装置8に備わる第1無線部19(後述)に対して所定強度の無線信号を送信する第2無線部16を少なくとも備える。第2無線部16は、所定の無線信号を生成・出力する送信器17と、送信器17から出力された無線信号を送信するための送信用アンテナ18とによって構成されている。なお、第2無線部16から出力される無線信号の周波数は、外表面センサ7ごとに異なる値のものとなるよう設定されている。これは、外表面センサ7のそれぞれから送信された無線信号を第1無線部19によって受信した際に、周波数の違いに応じてどの外表面センサ7からどの程度の受信強度の無線信号が送信されたかを判別するためである。

20

#### 【0040】

磁場センサ15は、磁場検出装置6が配置された場所における磁場の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15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。磁場センサ15について他の構成のものを用いることとしても良いが、M Iセンサを用いた場合には、特に高い感度で磁場強度検出が行えるという利点を有する。磁場センサ15によって検出された磁場強度に関する情報は、後述する相対位置情報導出装置10に出力され、磁場検出装置6に対するテストカプセル2の位置を導出する際に用いられることとなる。

30

#### 【0041】

次に、外表面情報導出装置8について説明する。外表面情報導出装置8は、被検体1の外表面情報を導出し、導出した外表面情報を相対位置情報導出装置10に出力するためのものである。具体的には、外表面情報導出装置8は、外表面センサ7に備わるから送信される無線信号を受信するための第1無線部19と、外表面情報を導出するための制御部20と、制御部20による外表面センサ7の位置導出の際に用いられる対応関係データベース22と、制御部20によって導出された外表面情報を相対位置情報導出装置10に出力するための出力部23とを備える。

40

#### 【0042】

第1無線部19は、外表面センサ7にそれぞれ備わる第2無線部16から送信される無線信号を受信し、受信した無線信号に対して復調等の処理を行った上で制御部20に出力するためのものである。具体的には、第1無線部19は、受信用アンテナ24と、受信回路25とを備えており、少なくとも受信用アンテナ24は、所定の基準点に位置するよう配置されている。

#### 【0043】

制御部20は、第1無線部19によって受信された無線信号の強度に基づいて、外表面情報導出装置8(正確には受信用アンテナ24)と外表面センサ7(正確には送信用アンテナ18)との間の距離を導出すると共に、導出結果を用いて外表面情報を導出する機能

50

を有する。具体的には、制御部 20 は、受信した無線信号の周波数分析を行い、各周波数成分における強度を検出するスペクトル解析部 26 と、スペクトル解析部 26 によって検出された受信強度に基づいて外表面センサ 7 との間の距離を導出する距離導出部 27 と、距離導出部 27 によって導出された距離に関する情報および対応関係データベース 22 に記憶された情報に基づいて外表面センサ 7 の位置を導出する外表面センサ位置導出部 28 と、被検体 1 の外表面上に配置された外表面センサ 7 の位置に基づいて、被検体 1 の外表面情報を導出する外表面情報生成部 29 とを備える。ここで、「外表面情報」とは、少なくとも被検体 1 の外表面の形状を画像化する際に必要となるデータを含む情報のことといい、本実施の形態 1 では、さらに被検体 1 の外表面に対する磁場検出装置 6a ~ 6h の位置情報についても含む情報のことを言う。

10

#### 【0044】

なお、本実施の形態 1 では、多数配置される外表面センサ 7 の一部が、図 3 にも示すように、磁場検出装置 6 に内蔵され、磁場センサ 15 との間の位置関係が固定された状態で配置されている。従って、本実施の形態 1 では、外表面センサ位置導出部 28 によって外表面センサ 7 のそれぞれについて位置を導出することによって、磁場センサ 15 の位置も導出されることとなる。さらに、本実施の形態 1 において、被検体 1 の外表面の形状等は、外表面センサ 7 の位置に基づいて導出されることから、位置関係が固定された外表面センサ 7 の位置が導出されることによって、結果的には磁場センサ 15 に関して、被検体 1 の外表面に対する位置関係も導出されることとなる。この意味で、本実施の形態 1 における外表面センサ位置導出部 28 は、特許請求の範囲における位置関係導出手段としても機能することとなる。すなわち、本実施の形態 1 では、すべての外表面センサ 7 の位置を導出して被検体 1 の外表面の形状等を導出することによって、同時に対応する磁場検出装置 6a ~ 6h の外表面に対する位置も導出されることとなり、被検体 1 の外表面の形状と、外表面に対する磁場検出装置 6a ~ 6h の位置とを情報として含む外表面情報が生成されることとなる。

20

#### 【0045】

対応関係データベース 22 は、複数の外表面センサ 7 のそれぞれと外表面情報導出装置 8 との間の距離と、外表面センサ 7 の具体的な位置との対応関係を記憶する機能を有する。対応関係データベース 22 に記憶される対応関係の内容としては、距離と位置との対応関係を記述するものであれば任意のものを用いることが可能である。しかしながら、本実施の形態 1 では、被検体 1 の姿勢の変化等に伴う外表面センサ 7 のそれぞれの位置変動と距離との関係に着目し、複数配置された外表面センサ 7 のいずれか一つと第 1 無線部 19 (基準点)との間の距離と位置との対応関係ではなく、外表面センサ 7 と基準点との間の距離のすべてと、すべての外表面センサ 7 との対応関係を記憶している。

30

#### 【0046】

次に、相対位置情報導出装置 10 について説明する。図 4 は、相対位置情報導出装置 10 の構成を示すブロック図である。相対位置情報導出装置 10 は、図 4 にも示すように、磁場検出装置 6a ~ 6h にそれぞれ備わる磁場センサ 15 によって検出された磁場の強度を比較する強度比較部 30 と、強度比較部 30 によって導出される比較結果に基づいて、磁場検出装置 6a ~ 6h からの検出結果の一部を選択して出力するセレクタ 31 と、セレクタ 31 によって選択された磁場強度に基づいて、テストカプセル 2 と選択された磁場検出装置 6 との間の距離を導出する距離導出部 32 とを備える。また、相対位置情報導出装置 10 は、外表面情報導出装置 8 から出力された外表面情報を保持する外表面情報保持部 33 と、距離導出部 32 によって導出された磁場検出装置 6a ~ 6h とテストカプセル 2 との距離および外表面情報保持部 33 に保持された外表面情報に基づいてテストカプセル 2 の位置を所定の演算処理によって導出するカプセル位置演算部 34 と、カプセル位置演算部 34 による演算結果および外表面情報を記憶するための記憶部 35 とを備える。

40

#### 【0047】

セレクタ 31 は、多数存在する磁場検出装置 6a ~ 6h の一部を選択して、選択した磁場検出装置 6 によって検出された磁場の強度を距離導出部 32 に対して出力するためのも

50

のである。セレクタ31の選択アルゴリズムとしては任意のものを用いることが可能であるが、本実施の形態1では、強度比較部30による比較結果に基づいて、検出磁場の強度が高い順に3個の磁場検出装置6を選択し、かかる磁場検出装置6によって検出された磁場強度を出力するものとする。

【0048】

距離導出部32は、セレクタ31を介して入力された磁場強度に基づいて、セレクタ31によって選択された磁場検出装置6とテストカプセル2との間の距離を導出するためのものである。具体的には、距離導出部32は、入力された磁場強度に基づいて(1)式に示す演算処理を行うことによって、磁場検出装置6とテストカプセル2との間の距離を導出している。

10

【0049】

カプセル位置演算部34は、距離導出部32によって導出された距離と、外表面情報保持部33に保持された磁場検出装置6a～6hの位置情報を用いて所定の演算処理を行うことによって、テストカプセル2の位置を導出するためのものである。また、カプセル位置演算部34は、テストカプセル2の位置を導出した後、導出結果を記憶部35に対して出力する機能を有する。

【0050】

記憶部35は、導出したテストカプセル2の位置を記憶するためのものである。具体的には、記憶部35は、カプセル位置演算部34から入力された情報を携帯型記録媒体5にに対して出力する機能を有する。

20

【0051】

次に、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムの動作について説明する。本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムは、外表面情報導出装置8によって磁場検出装置6a～6hの位置情報を含む外表面情報の導出を行うと共に、検出された磁場検出装置6a～6hの位置および磁場検出装置6a～6hによって検出された磁場強度に基づいて、被検体1の外表面に対するテストカプセル2の位置を導出する機能を有する。以下では、まず外表面情報導出装置8による外表面情報の導出について説明した後、相対位置情報導出装置10によるテストカプセル2の相対位置導出について説明する。

【0052】

図5は、外表面情報導出装置8によって行われる磁場検出装置6a～6hの位置の導出動作について説明するためのフローチャートである。図5に示すように、外表面情報導出装置8は、外表面センサ7に備わる第2無線部16から送信される無線信号を第1無線部19によって受信する(ステップS101)。そして、周波数分析を行うことによって外表面センサ7のそれから送信された無線信号の強度を検出し(ステップS102)、検出した強度に基づいて外表面センサ7と基準点との間の距離を、距離導出部27によって導出する(ステップS103)。

30

【0053】

その後、外表面情報導出装置8は、導出した距離に基づいて、対応関係データベース22に記憶された情報を参照し、すべての外表面センサ7の基準点に対する位置を導出する(ステップS104)。最後に、導出された外表面センサ7の位置に基づいて、外表面情報生成部29によって被検体1の外表面の形状等を計算し、外表面情報の生成を行う(ステップS105)。

40

【0054】

ステップS103における距離の導出について簡単に説明する。磁場検出装置6a～6hのそれぞれに備わる第2無線部16は、放射状に無線信号を送信する機能を有し、伝送する無線信号の強度は、進行距離の-3乗に比例することとなる。かかる関係を用いて、距離導出部27は、スペクトル解析部26によって検出された無線信号の受信強度に基づき基準点と磁場検出装置6との間の距離を導出している。

【0055】

また、ステップS105における外表面情報の生成は以下のように行われる。既に述べ

50

たように、磁場検出装置 6 は、被検体 1 の外表面上に配置されていることから、ステップ S 104において導出された磁場検出装置 6a ~ 6h の位置情報は、被検体 1 の外表面の一部の位置を示す情報と解釈することが可能である。このため、本実施の形態 1 では、例えば磁場検出装置 6a ~ 6h の中から互いに近接するもの同士の位置を線で結んで 3 次元閉曲面を生成することによって被検体 1 の外表面の形状を導出し、導出した 3 次元曲面と磁場検出装置 6a ~ 6h のそれぞれの位置を対応づけることにより、外表面情報の生成を行うこととしている。

#### 【 0056 】

図 6 は、ステップ S 105において導出された外表面情報を視覚的に表示した例を示す模式図である。本実施の形態 1 において、外表面情報は被検体 1 の外表面形状および外表面上における磁場検出装置 6a ~ 6h の位置情報を含むこととしているため、外表面情報を視覚的に表示した場合には、図 6 に示すように被検体 1 の外表面の形状に対応した外表面像 36 および磁場検出装置 6a、6b、6e、6f に対応した磁場検出装置像 37a、37b、37e、37f が表示されることとなる。ステップ S 105 では、視覚的には図 6 に示すような外表面情報が生成され、かかる外表面情報は、相対位置情報導出装置 10 に出力されてテストカプセル 2 の相対位置の導出に用いられることとなる。

#### 【 0057 】

次に、相対位置情報導出装置 10 によるテストカプセル 2 の相対位置導出について説明する。図 7 は、相対位置情報導出装置 10 によるテストカプセル 2 の位置導出について説明するためのフローチャートである。図 7 に示すように、まず、相対位置情報導出装置 10 は、外表面情報導出装置 8 によって導出された外表面情報を外表面情報保持部 33 に保持する（ステップ S 201）。そして、相対位置情報導出装置 10 は、磁場検出装置 6a ~ 6h によって検出された、テストカプセル 2 に備わる永久磁石 12 によって形成された静磁場の強度を検出し（ステップ S 202）、検出強度に基づく磁場検出装置 6 の選択をセレクタ 31 によって行う（ステップ S 203）。

#### 【 0058 】

その後、選択した磁場検出装置 6 とテストカプセル 2 との間の距離の導出を行い（ステップ S 204）、導出した距離と、選択した磁場検出装置 6 の位置とに基づいて磁場検出装置 6 に対するテストカプセル 2 の位置を導出し（ステップ S 205）、ステップ S 205 において得られた位置情報と、外表面情報保持部 33 に保持された外表面情報とを用いて、被検体 1 の外表面に対するテストカプセル 2 の相対位置を導出する（ステップ S 206）。かかるステップ S 201 ~ S 206 の動作は、テストカプセル 2 が被検体 1 の外部に排出されるまで繰り返し行われ、携帯型記録媒体 5 には、各時刻におけるテストカプセル 2 の、被検体 1 の外表面に対する相対位置に関する情報が記録される。

#### 【 0059 】

ステップ S 205 において行われる、磁場検出装置 6 に対するテストカプセル 2 の位置の導出について簡単に説明する。図 8 は、磁場検出装置 6 に対するテストカプセル 2 の位置導出動作を説明するための模式図である。以下の説明では、上述したステップ S 104 によって磁場検出装置 6a ~ 6h のすべての位置が導出されており、それぞれの位置が図 8 に示すように座標 ( $x_a, y_a, z_a$ ) ~ ( $x_h, y_h, z_h$ ) で表されることとする。また、ステップ S 203 において磁場検出装置 6e、6f、6h が選択されたこととし、ステップ S 204 においてこれらとテストカプセル 2 との間の距離が  $r_1, r_2, r_3$  と求められていたとする。

#### 【 0060 】

かかる場合において、テストカプセル 2 の位置座標 ( $x, y, z$ ) は以下の式に基づいて導出される。すなわち、磁場検出装置 6e、6f、6h の座標および距離  $r_1, r_2, r_3$  に基づいて、

$$(x - x_e)^2 + (y - y_e)^2 + (z - z_e)^2 = r_1^2 \quad \dots \quad (2)$$

$$(x - x_f)^2 + (y - y_f)^2 + (z - z_f)^2 = r_2^2 \quad \dots \quad (3)$$

10

20

30

30

40

50

$$(x - x_h)^2 + (y - y_h)^2 + (z - z_h)^2 = r_3^2 \quad \dots \quad (4)$$

の関係式が成立する。かかる(2)式~(4)式において、 $x_e, x_f, x_h, y_e, y_f, y_h, z_e, z_f, z_h$ および $r_1, r_2, r_3$ は、それぞれステップS104、S204において具体的な値が導出されていることから、ステップS205において、(2)式~(4)式における未知数は $x, y, z$ の3個となり、(2)式~(4)式を連立して未知数を解くことにより、テストカプセル2の位置座標が導出される。

#### 【0061】

次に、ステップS206において行われる、被検体1の外表面に対するテストカプセル2の相対位置の導出について簡単に説明する。上記のように、ステップS101~S106の処理によって外表面の形状および外表面に対する磁場検出装置6a~6hの位置に関する情報を含む外表面情報が生成されている。一方、ステップS205においては、磁場検出装置6a~6hの中から選択されたものと、テストカプセル2との位置関係が導出されている。このため、磁場検出装置6a~6hの位置情報を介して、被検体1の外表面と、テストカプセル2との位置関係が一義的に定まることとなり、これらの情報を用いることにより、被検体1の外表面に対するテストカプセル2の相対位置を導出することが可能となる。

#### 【0062】

図9は、かかるアルゴリズムに基づいて導出された、被検体1の外表面とテストカプセル2との相対位置関係を示す模式図である。ステップS206においては、視覚的には図9に示すような情報が生成され、表示装置4は、携帯型記録媒体5を介して図9に視覚的に示す情報を得ることによって、被検体1の外表面に対するテストカプセル2の相対位置を表示している。具体的には、図9に示すように、ステップS101~S105によって導出された外表面情報に含まれる外表面像36と、ステップS206において導出されたテストカプセル2の相対位置に対応したカプセル像39が表示される。かかる画像が表示装置4の画面上に表示されることによって、被検体1の外表面に対するテストカプセル2の相対位置が表示されることとなる。

#### 【0063】

次に、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムの利点について説明する。まず、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムは、テストカプセル2の位置を、テストカプセル2が導入される被検体1の外表面と対応させて表示させている。このため、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムを用いることによって、医者、看護士等は、被検体1の外表面に対するテストカプセル2の相対位置を視覚的に把握することが可能であり、単なるテストカプセル2の位置座標の把握のみならず、テストカプセル2が被検体1内部のどのあたりに位置しているかの把握を容易に行うことが可能である。特に、医師、看護士等は、被検体1内部においてどのような臓器がどのあたりに存在するか等の知識を有していることが一般的であることから、被検体1の外表面に対するテストカプセル2の位置を表示することによって、テストカプセル2が被検体1内部のどの臓器を通過しているのか等の情報を容易に取得することが可能である。このため、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムを利用することによって、医師、看護士等は、仮にテストカプセル2の進行速度が低下した等の場合に、どの器官においてテストカプセル2が通過しづらいか等の診断を迅速に行うことが可能であるという利点を有する。

#### 【0064】

また、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムでは、被検体1の外表面の形状等に関する情報である外表面情報について、テストカプセル2の使用毎に生成することとしている。このため、被検体1の個体差、例えば、性別、年齢、人種等に起因する体格差に対応した外表面像を取得することが可能であり、より正確なテストカプセル2の相対位置を把握することが可能という利点を有する。

#### 【0065】

さらに、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムでは、テストカプセル2が

10

20

30

40

50

排出されるまでの間、外表面情報の導出およびテストカプセル2の位置の導出を繰り返し行い、外表面に対するテストカプセル2の相対的な位置を逐次導出する構成を有する。このため、被検体1の姿勢の変化等に起因してテストカプセル2の絶対的な位置が不連続に変化するような場合であっても、姿勢等が変化した被検体1の外表面像を知覚することにより、テストカプセル2の被検体1内部における位置の把握を容易に行うことが可能である。

#### 【0066】

また、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムは、テストカプセル2内に永久磁石12を備え、永久磁石12によって形成される静磁場の検出強度に基づいて被検体1内におけるテストカプセル2の位置を検出する構成を有する。電磁波等と異なり、静磁場は、伝播領域における比誘電率および透磁率等の物理的パラメータの変動にかかわらずほぼ一意に強度が減衰する特性を有することから、(1)式の関係が良好に成立するという特徴を有する。従って、人体内部のように、物理的パラメータが互いに異なる臓器等が存在する空間内における位置検出であっても、電磁波等による位置検出の場合と比較して高い精度で位置検出を行うことが可能という利点を有する。

#### 【0067】

かかる静磁場による利点としては、テストカプセル2を被検体1内に導入する際に、被検体1の負担を軽減することも挙げられる。すなわち、上述の理由により、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムでは、テストカプセル2の周囲環境の相違による位置検出精度の低下が抑制されるという利点があるため、例えば、テストカプセル2を被検体1内に導入する際に、他の検査方法のように飲食を控える等の制限を行う必要がない。従って、被検体1はテストカプセル2を用いた検査時においても通常生活を営むことが可能となり、検査における被検体1の負担を低減することが可能である。

#### 【0068】

また、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムは、テストカプセル2によって形成される静磁場の強度を検出する磁場検出装置6a～6hの位置を導出する外表面情報導出装置8を備えた構成を有する。既に述べたように、磁場検出装置6a～6hは、被検体1の体表面上に配置されており、時間経過による位置ずれや、被検体1の姿勢等が変化することによる位置ずれ等によって、磁場検出装置6a～6hのそれぞれの位置は、被検体1に対して変動することとなる。このため、外表面情報導出装置8によって磁場検出装置6a～6hの位置を実際に導出し、導出した位置を用いてテストカプセル2の位置を導出することによって、被検体1の姿勢変化等にかかわらずテストカプセル2の位置導出を正確に行うことが可能である。

#### 【0069】

また、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムは、磁場検出装置6a～6hの位置導出のために無線信号を使用することとしており、テストカプセル2の位置導出に用いられる静磁場と異なる様で位置導出を行っている。無線信号と静磁場とは互いに干渉することなく別個独立に伝送するものであり、このため、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムは、磁場検出装置6a～6hの位置導出がテストカプセル2の位置導出に悪影響を及ぼすことを防止することが可能である。従って、本実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムは、テストカプセル2が被検体1内に導入された後であってもテストカプセル2の位置導出に影響を及ぼすことなく磁場検出装置6a～6hの位置導出を行うことが可能であるという利点を有する。

#### 【0070】

なお、磁場検出装置6a～6hの位置導出の際に無線信号を用いることとしたが、テストカプセルの位置導出の場合と異なり、被検体1の内蔵物に起因した減衰率の相違等の問題は実用上ほぼ問題となることはない。すなわち、食道から大腸に渡って広い範囲を移動するテストカプセルとは異なり、磁場検出装置6a～6hは、被検体1の姿勢変化等によって位置変化が行われるとはいっても位置の変動幅はさほど大きくなない。しかも、外表面情報導出装置8との間に存在する内蔵物についても位置変動に伴って大きく変化すること

10

20

30

40

50

はなく、例えば初期状態における磁場検出装置 6 a ~ 6 h から送信される無線信号の強度と、位置検出時における無線信号の強度とを比較するような構成を採用することによって、減衰率の相違による位置の導出誤差を低減する等の対処が可能である。

#### 【0071】

##### (実施の形態2)

次に、実施の形態2にかかる被検体内位置表示システムについて説明する。本実施の形態2にかかる被検体内位置表示システムは、被検体1の外表面上に複数配置されている外表面センサ7から送信される無線信号の送信元の識別を可能とするために、外表面センサ部に備わる第2無線部として、RFIDタグを用いた構成を有する。なお、本実施の形態2にかかる被検体内位置表示システムにおいて、外表面センサ部および外表面情報導出装置以外の構成については実施の形態1と同様であり、以下では図示および説明を省略する。

#### 【0072】

図10は、実施の形態2にかかる被検体内位置表示システムに備わる外表面センサ部および外表面情報導出装置の具体的構成を示す模式図である。図10に示すように、外表面センサ部40は、第2無線部としてRFIDタグ41を備えた構成を有する。RFIDタグ41は、具体的には、ループアンテナ42と、ループアンテナ42に接続された制御部43と、制御部43からの指示に基づいて少なくとも記憶情報を制御部43に対して出力する機能を有する記憶部44とを有する。

#### 【0073】

ループアンテナ42は、外表面情報導出装置側から送信され、制御信号および給電信号が含まれる無線信号を受信するためのものである。具体的には、ループアンテナ42は、外表面情報導出装置45側から送信される無線信号を受信して制御部43に出力する機能を有する。これに対して、制御部43は、無線信号の中から給電信号および制御信号を抽出し、給電信号に基づいて駆動電力を生成すると共に、制御信号に基づいて記憶部44に対して、記憶した情報を出力するよう指示を行っている。これに対して、記憶部44には、複数の外表面センサ7のそれれにおいて他と異なる識別情報が記憶されており、かかる識別情報を制御部43に対して出力する。制御部43は、取得した識別情報を含む、所定の無線信号を生成し、ループアンテナ42を介して、外表面情報導出装置45側に送信する。

#### 【0074】

外表面センサ部40がRFIDタグ41を備えたことに対応して、外表面情報導出装置45は、第1無線部46内に送受信用アンテナ47と、送受信回路48とを備えると共に、制御部49内に送信元識別部50および受信強度検出部51を新たに備えた構成を有する。ここで、第1無線部46が送信機能を新たに有することとしたのは、RFIDタグを駆動するための無線信号を送信する必要性に基づくものである。また、制御部49に備わる送信元識別部50は、RFIDタグ41から送信される無線信号に含まれる識別情報を解読してどの外表面センサ7から無線信号が送信されたかを識別するためのものであり、受信強度検出部51は、送信元が識別された無線信号の受信強度を検出するためのものである。

#### 【0075】

このように、第2無線部としてRFIDタグ41を用いることとした場合、無線信号に含まれる識別情報によって、送信元を識別することが可能である。従って、本実施の形態2にかかる被検体内位置表示システムでは、外表面センサ7から送信する無線信号をそれぞれ異なる値に設定する必要が無く、簡易な構成でシステムを構成することが可能であるという利点を有する。

#### 【0076】

##### (実施の形態3)

次に、実施の形態3にかかる被検体内位置表示システムについて説明する。本実施の形態3にかかる被検体内位置表示システムは、基準位置を複数箇所、より好ましくは3カ所

以上設定した構成を有し、かかる基準位置に対応して受信用アンテナを複数配置した基準センサ装置を備えた構成を有する。なお、本実施の形態3にかかる被検体内位置表示システムにおいて、基準センサ装置以外の構成要素については実施の形態1、2と同様であり、以下では図示および説明を省略する。

【0077】

図11は、実施の形態3にかかる被検体内位置表示システムの構成および機能を示すブロック図である。図11に示すように、基準外表面情報導出装置52は、それぞれ複数の基準位置に対応して配置された受信用アンテナ53a～53cと、受信用アンテナ53a～53cと受信回路25との間にセレクタ55とを備え、制御部56は、実施の形態1、2における外表面センサ位置導出部28と異なるアルゴリズムに従って位置導出を行う位置導出部57を備えた構成を有する。

【0078】

本実施の形態3における外表面センサ7の位置導出動作について簡単に説明する。本実施の形態3では、外表面センサ7から送信される無線信号について、受信用アンテナ53a～53cのそれぞれを介して受信され、セレクタ55によって受信用アンテナ53a～53cのそれぞれを介して受信された無線信号が受信回路25に対して順次出力される。受信回路25は、それぞれの無線信号に関して復調等の処理を行って制御部56に対して出力し、制御部56内に備わる距離導出部27は、複数設定された基準位置のそれぞれと外表面センサ7との間の距離 $r_a$ 、 $r_b$ 、 $r_c$ を導出する。

【0079】

次に、位置導出部57の動作について説明する。位置導出部57は、あらかじめ受信用アンテナ53a～53cに対応した複数の基準位置のそれぞれの具体的な位置座標を把握しており、受信用アンテナ53a～53cの位置座標と、受信用アンテナ53a～53cと外表面センサ7との距離 $r_a$ 、 $r_b$ 、 $r_c$ とに基づいて外表面センサ7の位置を導出している。具体的には、受信用アンテナ53a～53cの位置座標をそれぞれ( $x_1$ 、 $y_1$ 、 $z_1$ )、( $x_2$ 、 $y_2$ 、 $z_2$ )、( $x_3$ 、 $y_3$ 、 $z_3$ )とし、導出すべき磁場検出装置6の位置座標を( $x$ 、 $y$ 、 $z$ )とした場合、

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = r_a^2 \quad \dots (5)$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = r_b^2 \quad \dots (6)$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2 = r_c^2 \quad \dots (7)$$

の関係が成立する。(5)式～(7)式における未知数は $x$ 、 $y$ 、 $z$ の3個であることから、(5)式～(7)式を解くことによって、外表面センサ7の具体的な位置が導出される。

【0080】

かかる態様によって外表面センサ7の位置導出を行うことにより、本実施の形態3にかかる被検体内位置表示システムでは、対応関係データベースを用いることなく外表面センサ7の位置導出を行うことが可能である。また、基準外表面情報導出装置52は、あらかじめ類型的に導出された対応関係を用いることなく、複数の受信用アンテナ53a～53cによって受信された無線信号のみに基づいて位置導出を行う機能を有することから、被検体1の動作の個体差等にも対応した、外表面センサ7の位置導出をさらに正確に行うことが可能となり、この結果、高精度なテストカプセル2の相対位置の導出を行うことができるという利点を有する。

【0081】

(実施の形態4)

次に、実施の形態4にかかる被検体内位置表示システムについて説明する。本実施の形態4にかかる被検体内位置表示システムでは、外表面情報導出装置は、外表面センサ7から送信される無線信号の強度を検出するのみならず、送信元の方向についても検出する構成を有する。なお、本実施の形態4にかかる被検体内位置表示システムにおいて、基準セ

10

20

30

40

50

ンサ装置以外の構成要素については実施の形態1、2と同様であり、以下では図示および説明を省略する。

【0082】

図12は、本実施の形態4にかかる被検体内位置表示システムに備わるの構成を示すブロック図である。図12に示すように、外表面情報導出装置58は、実施の形態1における受信用アンテナ24の代わりにアレイアンテナ60を有する第1無線部59と、新たに指向方向調整部62を有する制御部61と、出力部23とを備える。

【0083】

アレイアンテナ60は、外表面センサ7から送信される無線信号の受信の際に、送信元の外表面センサ7が位置する方向をも検出するためのものである。具体的には、アレイアンテナ60は、例えば2次元行列状に複数配列された受信用アンテナと、各受信用アンテナによって受信された無線信号に対して増幅、遅延等の処理を行うことによって、アレイアンテナ60全体として所定方向（以下、「指向方向」と称する）に関して高い受信感度を持たせる信号処理機構とを備える。そして、制御部61に備わる指向方向調整部62は、アレイアンテナ60の指向方向を所定範囲に渡って変化させる機能を有する。

【0084】

本実施の形態4にかかる被検体内位置表示システムにおける、磁場検出装置6の位置導出について説明する。まず、外表面情報導出装置58は、指向方向調整部62によってアレイアンテナ60の指向方向を調整しつつ、外表面センサ7から送信される無線信号の受信が行える方向を探す。そして、指向方向調整部62によって制御された指向方向が外表面センサ7の位置する方向と一致した際に、アレイアンテナ60を介して無線信号が受信され、受信強度検出部51によって受信された無線信号の受信強度が検出されると共に、検出された受信強度に基づいて、距離導出部27によって、アレイアンテナ60が配置された基準位置と外表面センサ7との間の距離が導出され、距離に関する情報が外表面センサ位置導出部28に伝達される。

【0085】

一方で、外表面センサ位置導出部28は、無線信号受信時における指向方向に関する情報を指向方向調整部62から取得する。すなわち、磁場検出装置6からの無線信号の受信が行われる指向方向は、外表面センサ7が位置する方向と一致することから、外表面センサ位置導出部28は、かかる指向方向と、距離導出部27によって導出された距離とによって外表面センサ7の位置を導出する。なお、かかるプロセスによって導出された磁場検出装置6の位置は3次元極座標によって表されることとなるが、外表面センサ位置導出部28は、3次元直交座標系に変換して出力部23を介して出力することとしても良い。

【0086】

本実施の形態4にかかる被検体内位置表示システムでは、基準位置と外表面センサ7との間の距離および外表面センサ7の位置する方向とを直接検出することによって、外表面センサ7の位置を導出している。従って、本実施の形態4にかかる被検体内位置表示システムは、複雑な計算を行うことなく外表面センサ7の位置導出を可能としている。

【0087】

（実施の形態5）

次に、実施の形態5にかかる被検体内位置表示システムについて説明する。本実施の形態5にかかる被検体内位置表示システムは、被検体内導入装置としてカプセル型内視鏡を使用し、相対位置情報導出装置がカプセル型内視鏡から送信される無線信号の処理を行う機能を備える。

【0088】

図13は、本実施の形態5において被検体内導入装置の一例として用いられるカプセル型内視鏡の構成を示すブロック図であり、図14は、被検体内位置表示システムに備わる相対位置情報導出装置の構成を示すブロック図である。なお、本実施の形態5において、カプセル型内視鏡および相対位置情報導出装置以外の構成要素については、実施の形態1～4と同様であることから、図示および説明を省略する。

10

20

30

40

50

## 【0089】

図13に示すように、カプセル型内視鏡65は、永久磁石12の他に、被検体1の内部を撮影する際に撮像領域を照射するための照明手段として機能するLED66と、LED66の駆動状態を制御するLED駆動回路67と、LED66によって照射された領域からの反射光像の撮像を行う撮像手段として機能するCCD68と、CCD68の駆動状態を制御するCCD駆動回路69とを備える。LED66、LED駆動回路67、CCD68およびCCD駆動回路69は、全体として被検体内情報取得部70として機能する。

## 【0090】

また、カプセル型内視鏡65は、CCD68によって撮像された画像データを変調してRF信号を生成する送信回路71と、送信回路71から出力されたRF信号を無線送信する無線手段としての送信アンテナ部72と、LED駆動回路67、CCD駆動回路69および送信回路71の動作を制御するシステムコントロール回路73とを備える。なお、送信回路71および送信アンテナ部72は、全体として無線送信部80として機能する。

## 【0091】

これらの機構を備えることにより、カプセル型内視鏡65は、被検体1内に導入されている間、LED66によって照明された被検部位の画像データをCCD68によって取得する。そして、取得された画像データは、送信回路71においてRF信号に変換された後、送信アンテナ部72を介して外部に送信される。

## 【0092】

また、カプセル型内視鏡65は、相対位置情報導出装置70側から送信される無線信号を受信するための構成を有する。具体的には、カプセル型内視鏡65は、相対位置情報導出装置70側から送られてきた無線信号を受信する受信アンテナ部74と、受信アンテナ部74で受信した信号から給電用信号を分離する分離回路75とを備える。さらに、カプセル型内視鏡65は、分離された給電用信号から電力を再生する電力再生回路76と、再生された電力を昇圧する昇圧回路77と、昇圧された電力を蓄積する蓄電器78とを備える。また、カプセル型内視鏡65は、分離回路75で給電用信号と分離された成分からコントロール情報信号の内容を検出し、検出したコントロール情報信号をシステムコントロール回路73に対して出力するコントロール情報検出回路79を備える。

## 【0093】

これらの機構を備えることにより、カプセル型内視鏡65は、まず、相対位置情報導出装置70側から送られてきた無線信号を受信アンテナ部74において受信し、分離回路75によって、受信した無線信号から給電用信号およびコントロール情報信号を分離する。

## 【0094】

分離回路75によって分離されたコントロール情報信号は、コントロール情報検出回路79を経てシステムコントロール回路73に入力され、システムコントロール回路73は、移動状態情報に基づいてLED66、CCD68および送信回路71の駆動状態を制御する。一方、給電用信号は、電力再生回路76によって電力として再生され、再生された電力は昇圧回路77によって電位を蓄電器78に適した電位にまで昇圧された後、蓄電器78に蓄積されることとなる。

## 【0095】

次に、本実施の形態における位置検出装置について図14を参照しつつ説明する。図14に示すように、位置検出装置は、実施の形態1～4の構成に加えて受信用アンテナA1～Anおよび給電用アンテナB1～Bmを新たに備え、カプセル型内視鏡65から送信された無線信号を受信する受信装置としての機能と、カプセル型内視鏡65に対して所定の信号を無線送信する送信装置としての機能とを備える。

## 【0096】

まず、相対位置情報導出装置70は、カプセル型内視鏡65から無線送信された、被検体1内部の画像データを受信する受信装置としての構成を有する。具体的には、相対位置情報導出装置70は、選択した受信用アンテナによって受信された無線信号に対して復調等の所定の処理を行い、無線信号の中からカプセル型内視鏡65によって取得された画像

10

20

30

40

50

データを抽出する受信回路 8 2 と、出力された画像データに必要な処理を行う信号処理回路 8 3 と、画像処理が施された画像データ等を記録するための記憶部 8 4 とを備える。

【 0 0 9 7 】

記憶部 8 4 は、画像データを記憶すると共に、カプセル位置演算部 3 4 によって導出されたカプセル型内視鏡 6 5 の位置情報も記憶する機能を有する。かかる構成を有することにより、表示装置 4 は、被検体内 1 の画像と、かかる画像が撮像された被検体 1 内の位置をあわせて表示することが可能である。

【 0 0 9 8 】

また、相対位置情報導出装置 7 0 は、カプセル型内視鏡 6 5 に対して送信する給電用信号およびコントロール情報信号を生成し、給電用アンテナ B 1 ~ B m に対して出力する送信装置としての構成を有する。具体的には、相対位置情報導出装置 7 0 は図 3 に示すように、給電用信号を生成する機能および発振周波数を規定する機能を有する発振器 8 5 と、後述するコントロール情報信号を生成するコントロール情報入力部 8 6 と、給電用信号とコントロール情報信号とを合成する重畠回路 8 7 と、合成された信号の強度を増幅する増幅回路 8 8 とを備える。増幅回路 8 8 で増幅された信号は、給電用アンテナ B 1 ~ B m に送られ、カプセル型内視鏡 6 5 に対して送信される。なお、相対位置情報導出装置 7 0 は、所定の蓄電装置または A C 電源アダプタ等を備えた電力供給部 8 9 を備え、相対位置情報導出装置 7 0 の各構成要素は、電力供給部 8 9 から供給される電力を駆動エネルギーとしている。

【 0 0 9 9 】

かかる構成を有することにより、本実施の形態 5 にかかる被検体内位置表示システムでは、表示装置 4 において、被検体 1 の外表面に対する被検体内導入装置の一様たるカプセル型内視鏡 6 5 の相対位置の表示のみならず、表示している相対位置においてカプセル型内視鏡 6 5 が撮像した被検体内画像を表示することが可能となる。これにより、医者、看護士等は、撮像された被検体内画像が被検体 1 の外表面に対していかなる相対位置における画像であるかを容易に把握することが可能となり、これにより、撮像画像がどの臓器を撮像したものであるか等を容易に判断することが可能となるという利点を有する。

【 0 1 0 0 】

以上、実施の形態 1 ~ 5 に渡って本発明について説明したが、本発明本発明は上記のものに限定されず、当業者であれば様々な実施例、変形例および応用例に想到することが可能である。例えば、実施の形態 1 において表示装置 4 は、図 9 に示す視覚情報を表示することとしたが、かかる表示態様に限定して解釈する必要はなく、表示装置 4 は、被検体 1 の外表面とテストカプセル 2 等の被検体内導入装置との相対位置関係を表示するものであれば、例えば文字情報等を表示することとしても良い。

【 0 1 0 1 】

また、本実施の形態 1 ~ 5 においては、図 1 にも示したように、位置検出装置と表示装置 4 とを別個独立に形成した構成を採用している。しかしながら、本発明をかかる構成に限定して解釈する必要はなく、位置検出装置と表示装置 4 とを一体的に形成した構成としても良い。また、実施の形態 1 ~ 5 においては、第 2 無線部を外表面情報導出装置内に配置し、外表面情報装置と相対位置情報導出装置とを別個独立に形成した構成を採用しているが、かかる構成は説明を容易にするためのものに過ぎず、本発明をかかる構成に限定して解釈する必要はない。例えば相対位置情報導出装置と外表面情報導出装置とを一体的に形成することとしても良いし、第 2 無線部と外表面情報導出装置とを別個独立に形成することとしても良い。また、実施の形態において、説明の便宜上例えば対応関係データベース 2 2 と、外表面情報保持部 3 3 と、記憶部 3 5 とを別個独立の構成要素として扱っているが、これらのように機能が共通する構成要素を一体的に構成することとしても良い。

【 0 1 0 2 】

また、実施の形態 1 ~ 5 において、外表面センサ 7 は、磁場検出装置 6 a ~ 6 h に内蔵されるものと、外表面センサ 7 単独の構成として被検体 1 の外表面上に配置されるものとが存在する構成としたが、かかる構成は、高精度の外表面情報を取得するためには外表面

10

20

30

40

50

センサ7の数を増やす必要がある一方、テストカプセル2等の位置検出に必要な磁場センサ15の個数は、理論上は3個あれば足りるという事情を理由とするに過ぎない。従って、例えば磁場センサ15と外表面センサ7とを一体化した磁場検出装置6を多数配置した構成としても良いし、逆に簡易な構成として磁場検出装置6a～6hに内蔵された外表面センサ7のみを用いて外表面情報を導出することとしても良い。

【0103】

さらに、より簡易な構成として、既知の外表面情報を用いて被検体内導入装置の相対位置を導出・表示することとしても良い。本発明の第1の特徴としては、外表面に対する被検体内導入装置の相対位置を表示する点にあることから、かかる表示を実現する手段については上記した実施の形態以外の態様を用いることとしても良い。

10

【0104】

また、実施の形態5において、撮像手段たるCCD58等および照明手段たるLED56等を備えた被検体内情報取得部70について説明したが、被検体内情報取得部としてはこれらの他に、被検体1内におけるpH、温度に関する情報を取得する構成としても良い。また、被検体内導入装置が振動子を備える構成として、被検体1内の超音波画像を取得する構成としても良い。さらに、これらの被検体内情報の中から複数の情報を取得する構成としても良い。

【図面の簡単な説明】

【0105】

【図1】実施の形態1にかかる被検体内位置表示システムの全体構成を示す模式図である。

20

【図2】被検体内位置表示システムに備わるテストカプセルの構成を示すブロック図である。

【図3】被検体内位置表示システムに備わる磁場検出装置と外表面情報導出装置の構成を示すブロック図である。

【図4】被検体内位置表示システムに備わる相対位置情報導出装置の構成を示すブロック図である。

【図5】外表面情報の導出動作を説明するためのフローチャートである。

【図6】外表面情報を図示した例を示す模式図である。

【図7】外表面に対するテストカプセルの相対位置を導出する動作を説明するためのフローチャートである。

【図8】磁場検出装置に対するテストカプセルの位置導出を説明するための模式図である。

【図9】表示装置によって表示される画像の一例を示す模式図である。

【図10】実施の形態2にかかる被検体内位置表示システムに備わる外表面センサ部と外表面情報導出装置との構成を示す模式図である。

【図11】実施の形態3にかかる被検体内位置表示システムに備わる外表面センサと外表面情報導出装置との構成を示す模式図である。

【図12】実施の形態4にかかる被検体内位置表示システムに備わる外表面情報導出装置の構成を示す模式図である。

30

【図13】実施の形態5にかかる被検体内位置表示システムにおけるカプセル型内視鏡の構成を示すブロック図である。

【図14】実施の形態4にかかる被検体内位置表示システムに備わる相対位置情報導出装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0106】

- 1 被検体
- 2 テストカプセル
- 3 位置検出装置
- 4 表示装置

40

50

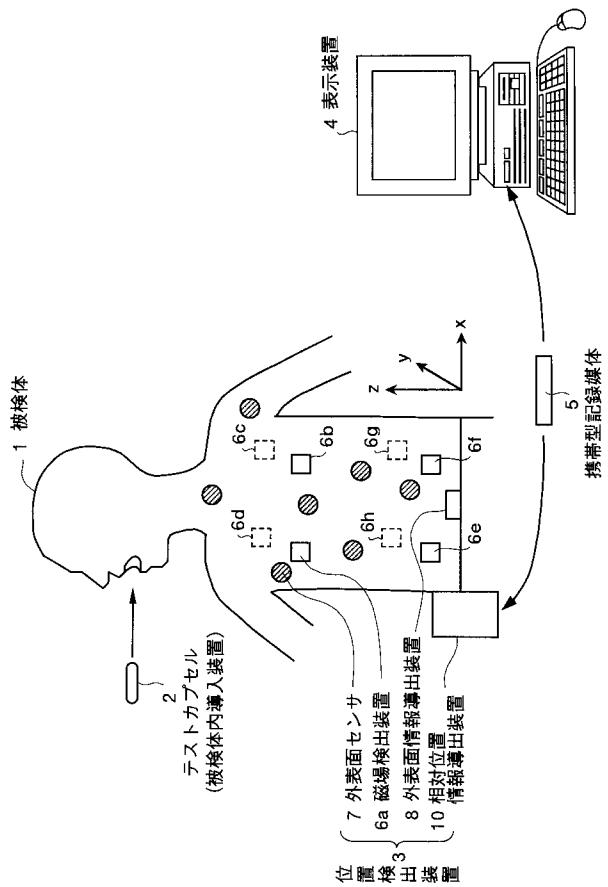
5	携帯型記録媒体	
6 a ~ 6 h	磁場強度検出装置	
7	外表面センサ	
8	外表面情報導出装置	
1 0	相対位置情報導出装置	
1 1	筐体	
1 2	永久磁石	
1 3	充填部材	
1 5	磁場センサ	
1 6	第2無線部	10
1 7	送信器	
1 8	送信用アンテナ	
1 9	第1無線部	
2 0	制御部	
2 1	距離記憶部	
2 2	対応関係データベース	
2 3	出力部	
2 4	受信用アンテナ	
2 5	受信回路	
2 6	スペクトル解析部	20
2 7	距離導出部	
2 8	外表面センサ位置導出部	
2 9	外表面情報生成部	
3 0	強度比較部	
3 1	セレクタ	
3 2	距離導出部	
3 3	外表面情報保持部	
3 4	カプセル位置演算部	
3 5	記憶部	
3 6	外表面像	30
3 7	磁場検出装置像	
4 0	外表面センサ部	
4 1	R F I D タグタグ	
4 2	ループアンテナ	
4 3	制御部	
4 4	記憶部	
4 5	外表面情報導出装置	
4 6	第1無線部	
4 7	送受信用アンテナ	
4 8	送受信回路	40
4 9	制御部	
5 0	送信元識別部	
5 1	受信強度検出部	
5 2	基準外表面情報導出装置	
5 3 a ~ 5 3 c	受信用アンテナ	
5 5	セレクタ	
5 6	制御部	
5 7	位置導出部	
5 8	外表面情報導出装置	
5 9	第1無線部	50

- 6 0 アレイアンテナ  
 6 1 制御部  
 6 2 指向方向調整部  
 6 5 カプセル型内視鏡  
 6 7 駆動回路  
 7 0 被検体内情報取得部  
 7 1 送信回路  
 7 2 送信アンテナ部  
 7 3 システムコントロール回路  
 7 4 受信アンテナ部  
 7 5 分離回路  
 7 6 電力再生回路  
 7 7 昇圧回路  
 7 8 蓄電器  
 7 9 コントロール情報検出回路  
 8 0 位置情報導出装置  
 8 2 受信回路  
 8 3 信号処理回路  
 8 4 記憶部  
 8 5 発振器  
 8 6 コントロール情報入力部  
 8 7 重畠回路  
 8 8 増幅回路  
 8 9 電力供給部

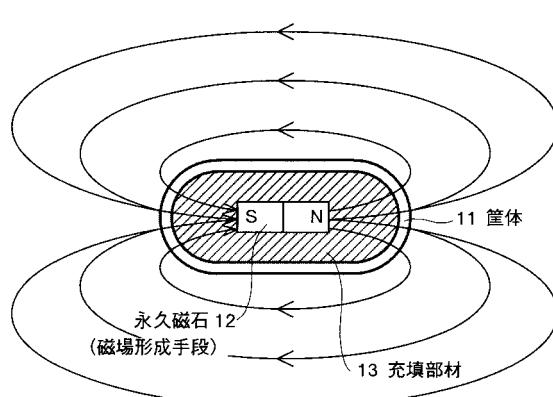
10

20

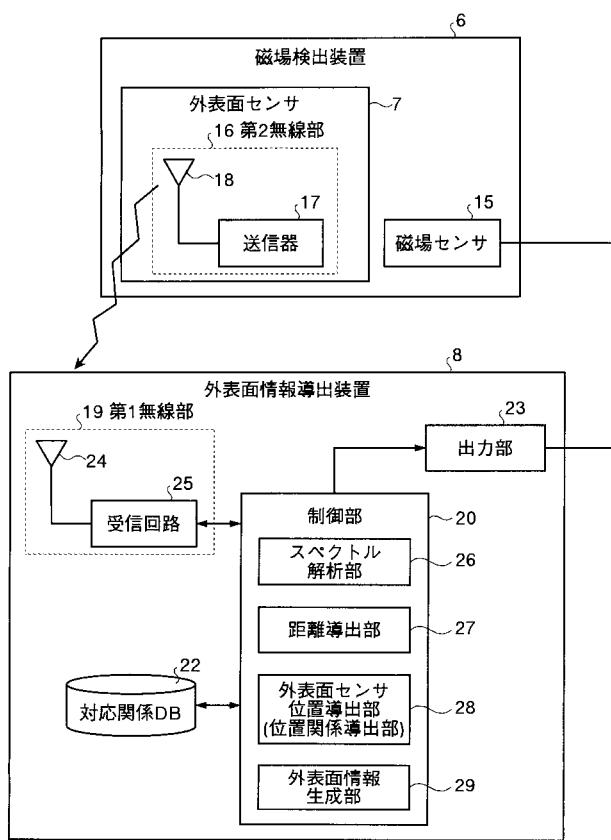
【図1】



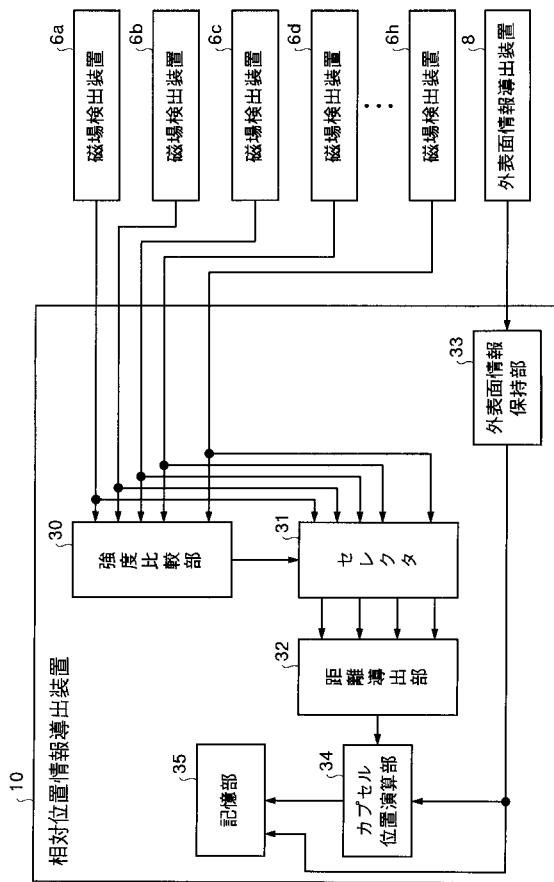
【図2】



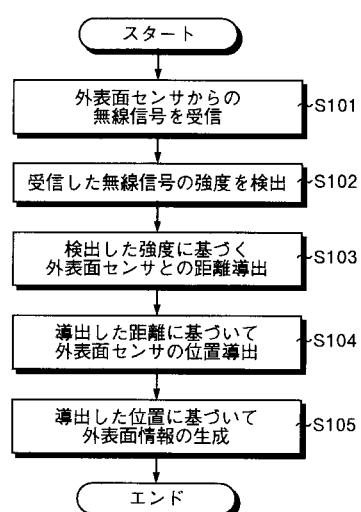
【図3】



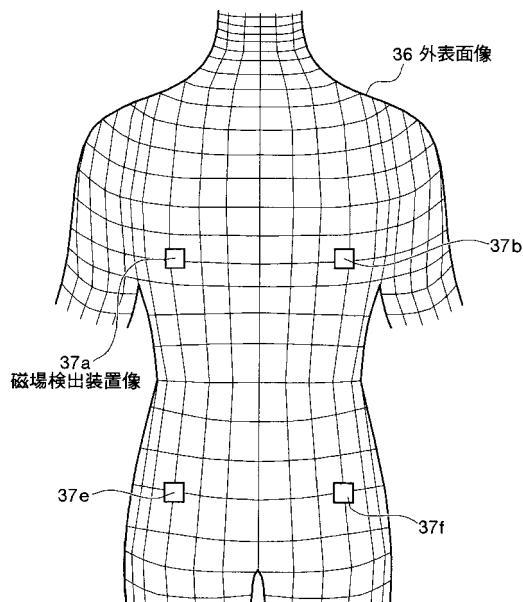
【図4】



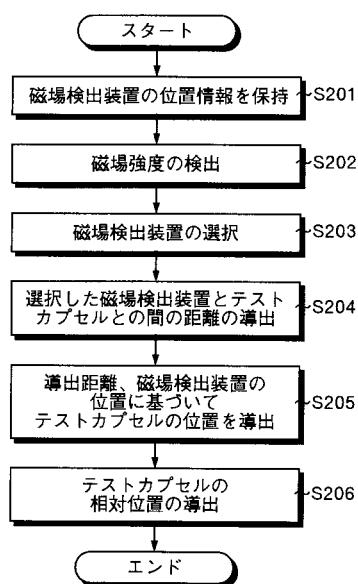
【図5】



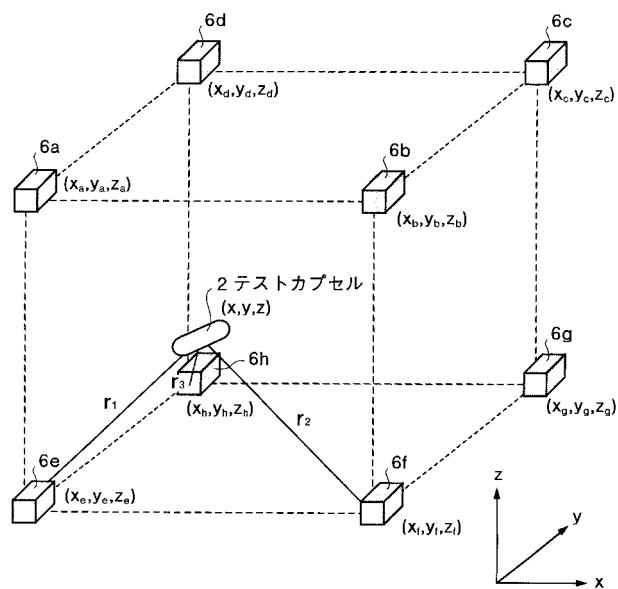
【図6】



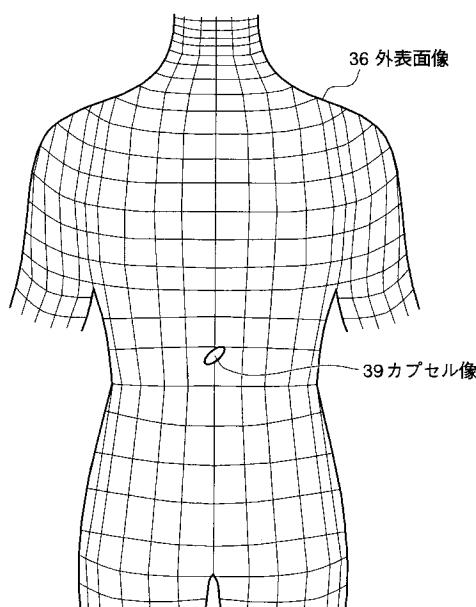
【図7】



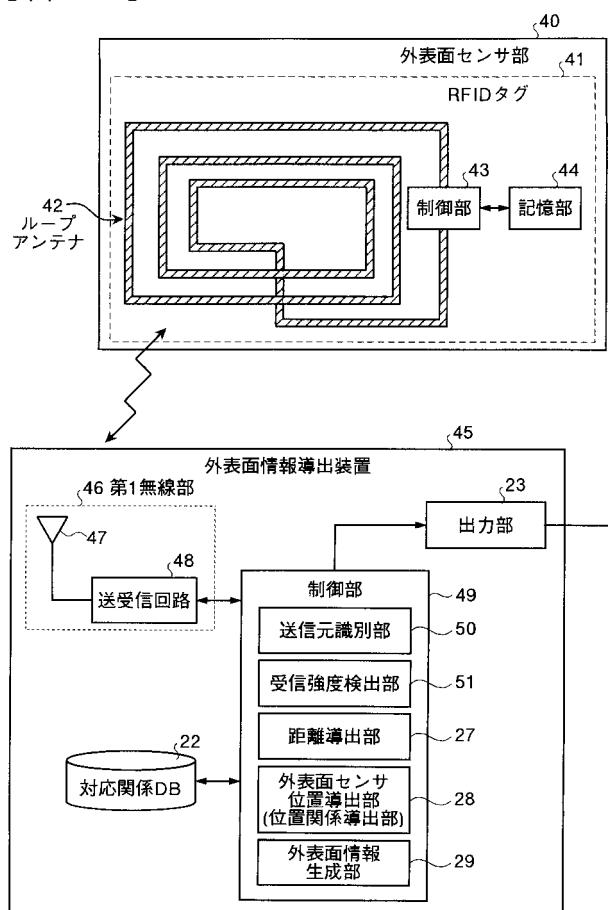
【図8】



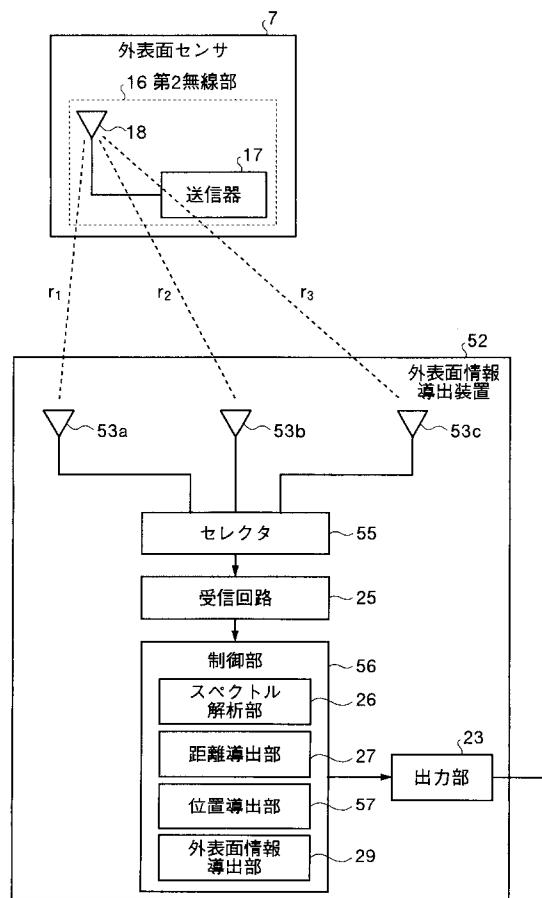
【図9】



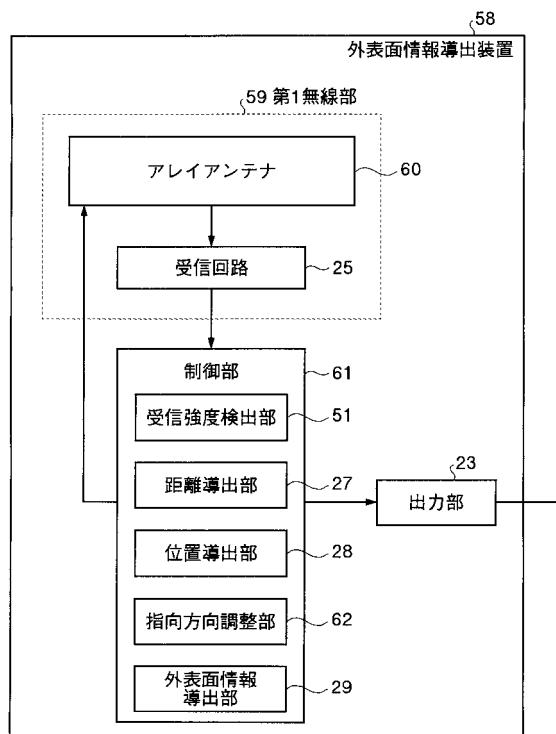
【図10】



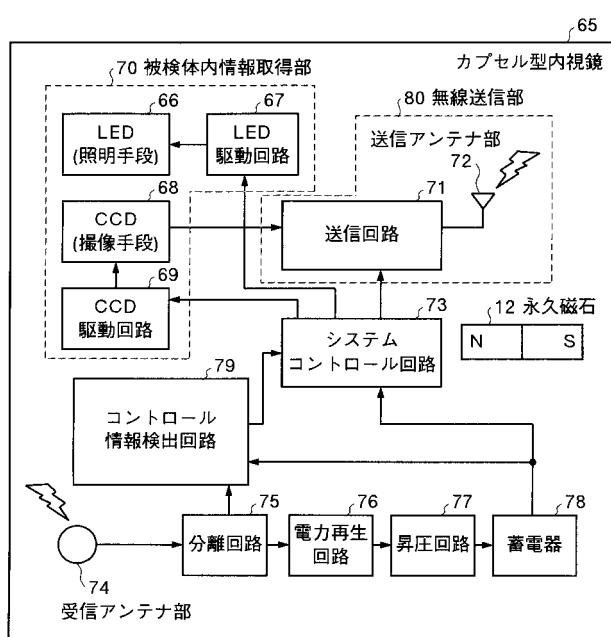
【図11】



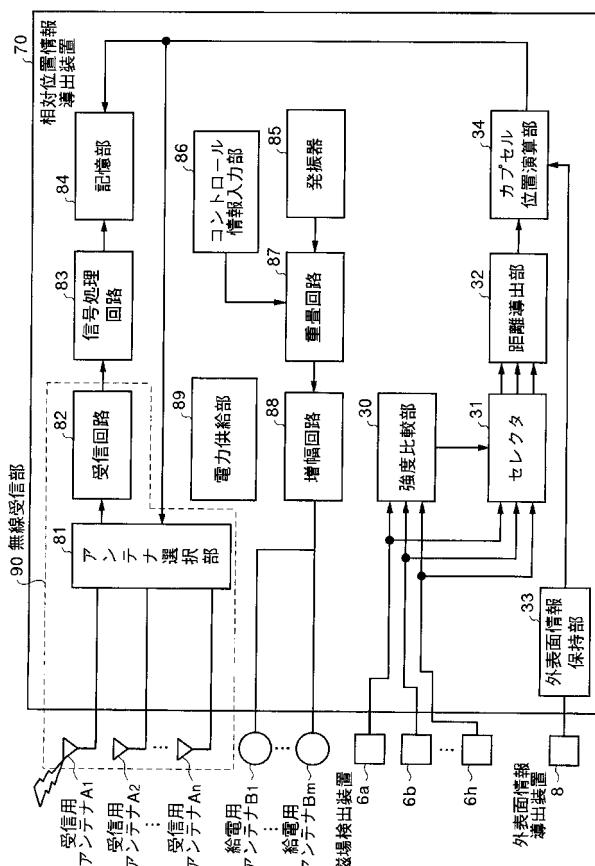
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

(72)発明者 平川 克己  
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

(72)発明者 木許 誠一郎  
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

(72)発明者 永瀬 綾子  
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

(72)発明者 中土 一孝  
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

F ターム(参考) 4C038 CC03 CC07 CC09  
4C061 AA01 BB00 CC06 DD10 FF50 HH51 HH60 JJ17 JJ19 NN03  
NN05 UU06 WW11  
4C601 FE02 GA19 GA25 GB18 GD04