

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5519865号
(P5519865)

(45) 発行日 平成26年6月11日(2014.6.11)

(24) 登録日 平成26年4月11日(2014.4.11)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/00 3 2 0 B
A 6 1 B 5/07 (2006.01) A 6 1 B 1/00 3 2 0 Z
 A 6 1 B 5/07

請求項の数 11 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2013-526784 (P2013-526784)	(73) 特許権者	304050923
(86) (22) 出願日	平成24年6月25日 (2012.6.25)		オリンパスメディカルシステムズ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/066168		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(87) 国際公開番号	W02013/018464	(74) 代理人	100089118
(87) 国際公開日	平成25年2月7日 (2013.2.7)		弁理士 酒井 宏明
審査請求日	平成25年10月31日 (2013.10.31)	(72) 発明者	檜垣 直哉
(31) 優先権主張番号	特願2011-167063 (P2011-167063)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
(32) 優先日	平成23年7月29日 (2011.7.29)		リンパスメディカルシステムズ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	穂満 政敏
(31) 優先権主張番号	特願2011-228556 (P2011-228556)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
(32) 優先日	平成23年10月18日 (2011.10.18)		リンパスメディカルシステムズ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	長谷川 潤
早期審査対象出願			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
			リンパスメディカルシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置検出装置、カプセル型内視鏡システムおよびカプセル型内視鏡の位置検出プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体に導入されて該被検体の内部を移動するカプセル型内視鏡から送信された信号の複数の受信アンテナにおける受信強度をもとに前記カプセル型内視鏡の前記被検体内における位置を検出する位置検出装置であって、

前記複数の受信アンテナが受信した信号の各受信強度をもとに各受信アンテナと前記カプセル型内視鏡との距離である第1の距離を求める距離算出部と、

各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する前記第1の距離を半径とする複数の球のうち少なくとも3以上の球が重なり合う領域の内部において、各球面からの距離の総和を求める総和距離算出部と、

前記各球面からの距離の総和が最小となる位置を前記カプセル型内視鏡の位置として検出する位置決定部と、

を備え、

前記総和距離算出部は、前記カプセル型内視鏡が存在しうる前記被検体内での領域を分割したことによって得られる複数の部分領域の各々に対し、前記部分領域の中心点が前記少なくとも3以上の球が重なり合う領域の内部に位置するか否かを判断し、前記少なくとも3以上の球が重なり合う領域の内部に位置すると判断した前記部分領域の中心点と各球面との距離の総和を求めて、

前記位置決定部は、前記総和距離算出部が求めた総和が最小となる前記部分領域の中心点を前記カプセル型内視鏡の位置として検出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】

前記総和距離算出部は、前記少なくとも 3 以上の球が重なり合う領域の内部に位置すると判断した前記部分領域の中心点に対して、前記少なくとも 3 以上の球にそれぞれ対応する前記受信アンテナごとに、前記受信アンテナに対応する前記第 1 の距離と、前記部分領域の中心点と前記受信アンテナとの距離である第 2 の距離との差分を求め、求めた各差分の総和を前記部分領域の中心点と各球面との距離の総和として取得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】

前記総和距離算出部は、前記第 1 の距離に対応する前記受信アンテナの受信強度ばらつきをもとに前記第 1 の距離を補正することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

10

【請求項 4】

前記総和距離算出部は、前記部分領域の中心点と前記受信アンテナとの距離である第 2 の距離が前記受信アンテナに対応する前記第 1 の距離よりも大きい場合に、前記第 1 の距離を補正することを特徴とする請求項 3 に記載の位置検出装置。

【請求項 5】

前記総和距離算出部は、前記複数の部分領域の各々に対し、前記部分領域の中心点の前記複数の受信アンテナに対応する球の全てが重なり合う領域の内部に位置するか否かを判断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 6】

前記位置決定部が検出した前記カプセル型内視鏡の位置から前記カプセル型内視鏡の移動軌跡を算出する軌跡算出部を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

20

【請求項 7】

前記複数の受信アンテナをさらに備えた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 8】

前記複数の受信アンテナは、1 枚のシートに設けられることを特徴とする請求項 7 に記載の位置検出装置。

【請求項 9】

被検体に導入され、該被検体の内部を移動して前記被検体内の画像情報を取得するカプセル型内視鏡と、

30

前記カプセル型内視鏡から送信された画像情報を含む信号を受信する複数の受信アンテナが受信した信号の各受信強度をもとに各受信アンテナと前記カプセル型内視鏡との距離である第 1 の距離を求める距離算出部と、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する前記第 1 の距離を半径とする複数の球のうち少なくとも 3 以上の球が重なり合う領域の内部において、各球面からの距離の総和を求める総和距離算出部と、前記各球面からの距離の総和が最小となる位置を前記カプセル型内視鏡の位置として検出する位置決定部と、前記カプセル型内視鏡によって取得された画像情報、および、該画像情報に対応する前記カプセル型内視鏡の位置情報を取得し、取得した前記画像情報および位置情報を表示する画像表示手段とを備えた位置検出装置と、

を備え、

40

前記総和距離算出部は、前記カプセル型内視鏡が存在しうる前記被検体内での領域を分割したことによって得られる複数の部分領域の各々に対し、前記部分領域の中心点の前記少なくとも 3 以上の球が重なり合う領域の内部に位置するか否かを判断し、前記少なくとも 3 以上の球が重なり合う領域の内部に位置すると判断した前記部分領域の中心点と各球面との距離の総和を求めて、

前記位置決定部は、前記総和距離算出部が求めた総和が最小となる前記部分領域の中心点を前記カプセル型内視鏡の位置として検出することを特徴とするカプセル型内視鏡システム。

【請求項 10】

前記位置検出装置は、前記位置決定部が検出した前記カプセル型内視鏡の位置から前記

50

カプセル型内視鏡の移動軌跡を算出する軌跡算出部をさらに備え、

前記画像表示手段は、前記画像情報を表示するとともに、前記軌跡算出部が算出した前記カプセル型内視鏡の前記被検体内での移動軌跡を表示することを特徴とする請求項9に記載のカプセル型内視鏡システム。

【請求項11】

被検体に導入されて該被検体の内部を移動するカプセル型内視鏡から送信された信号の複数の受信アンテナにおける受信強度をもとに前記カプセル型内視鏡の前記被検体内における位置を検出する位置検出装置に、

複数の受信アンテナが受信した信号の各受信強度をもとに各受信アンテナと前記カプセル型内視鏡との距離である第1の距離を求める距離算出ステップと、

各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する前記第1の距離を半径とする複数の球のうち少なくとも3以上の球が重なり合う領域の内部において、各球面からの距離の総和を求める総和距離算出ステップと、

前記各球面からの距離の総和が最小となる位置を前記カプセル型内視鏡の位置として検出する検出ステップと、

を実行させ、

前記総和距離算出ステップは、前記カプセル型内視鏡が存在しうる前記被検体内での領域を分割したことによって得られる複数の部分領域の各々に対し、前記部分領域の中心点が前記少なくとも3以上の球が重なり合う領域の内部に位置するか否かを判断し、前記少なくとも3以上の球が重なり合う領域の内部に位置すると判断した前記部分領域の中心点と各球面との距離の総和を求めて、

前記検出ステップは、前記総和距離算出ステップで求めた総和が最小となる前記部分領域の中心点を前記カプセル型内視鏡の位置として検出することを特徴とするカプセル型内視鏡の位置検出プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カプセル型内視鏡の被検体内における位置を検出する位置検出装置、該位置検出装置を有するカプセル型内視鏡システムおよびカプセル型内視鏡の位置検出プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、内視鏡の分野では、患者等の被検体の消化管内に導入可能な大きさに形成されたカプセル形状の筐体内に撮像機能や無線通信機能等を内蔵したカプセル型内視鏡が知られている。このカプセル型内視鏡は、被検体の口から飲み込まれた後、蠕動運動等によって消化管内等の被検体内部を移動する。そして、被検体内部を順次撮像して画像データを生成し、この画像データを順次無線送信する。

【0003】

このようにしてカプセル型内視鏡から無線送信された画像データは、被検体の外部に設けられた受信装置に受信される。受信装置が受信した画像データは、受信装置に内蔵されたメモリに記憶される。検査終了後、受信装置のメモリに蓄積された画像データは、画像表示装置に取り込まれる。医師や看護師等の観察者は、画像表示装置が表示する臓器画像等を観察し、被検体の診断が行なわれる。

【0004】

このカプセル型内視鏡は、蠕動運動等により体腔内を移動するため、カプセル型内視鏡により送信された画像データが、体腔内のどの位置で撮影されたか正しく認識することが必要となる。

【0005】

このため、カプセル型内視鏡が送信した電磁波を体腔外の複数の受信アンテナにより受信し、受信した複数の無線信号の受信強度からガウス・ニュートン法などを用いてカプセ

10

20

30

40

50

ル型内視鏡の位置および向きを推定するカプセル型医療装置が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

【0006】

また、カプセル型内視鏡が送信した電磁波を体腔外の複数の受信アンテナにより受信し、受信した複数の無線信号の受信強度から、受信アンテナごとにカプセル型内視鏡が位置すると推定できる領域を求め、各領域の交点をカプセル型内視鏡の位置として探知するカプセル型医療装置の位置探知システムが開示されている（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2007-000608号公報

【特許文献2】特開2006-271987号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1のようにガウス・ニュートン法などの複雑な計算処理を行ってカプセル型内視鏡の位置および向きを推定する場合、位置および向きを更新しながら算出推定するため、計算量が多く、位置推定処理を高速化することが難しかった。

【0009】

また、特許文献2に記載の位置探知システムにおいては、カプセル型内視鏡の向きを推定せずに、単に各領域の交点をカプセル型内視鏡の位置として探知するのみであったため、カプセル型内視鏡の位置探知精度が大きく低下してしまうという問題があった。

【0010】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、計算量を抑えつつ、一定の精度を有するカプセル型内視鏡の位置検出装置、該位置検出装置を有するカプセル型内視鏡システムおよびカプセル型内視鏡の位置検出プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

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、被検体に導入されて該被検体の内部を移動するカプセル型内視鏡から送信された信号の複数の受信アンテナにおける受信強度をもとに前記カプセル型内視鏡の前記被検体内における位置を検出する位置検出装置であって、前記複数の受信アンテナが受信した信号の各受信強度をもとに各受信アンテナと前記カプセル型内視鏡との距離である第1の距離を求め、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する前記第1の距離を半径とする複数の球のうち少なくとも2以上の球が重なり合う領域の内部において、各球面からの距離の総和が最小となる位置を前記カプセル型内視鏡の位置として検出する検出手段を備えたことを特徴とする。

【0012】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記発明において、前記検出手段は、前記カプセル型内視鏡が存在しうる前記被検体内での領域を分割したことによって得られる複数の部分領域の各々に対し、前記部分領域の中心点が前記少なくとも2以上の球が重なり合う領域の内部に位置するか否かを判断し、前記2以上の球が重なり合う領域の内部に位置すると判断した前記部分領域の中心点と各球面との距離の総和を求めて、求めた総和が最小となる前記部分領域の中心点を前記カプセル型内視鏡の位置として検出することを特徴とする。

【0013】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記発明において、前記検出手段は、前記少なくとも2以上の球が重なり合う領域の内部に位置すると判断した前記部分領域の中心点に対して、前記少なくとも2以上の球にそれぞれ対応する前記受信アンテナごとに、前記受信アンテナに対応する前記第1の距離と、前記部分領域の中心点と前記受信アンテナとの

10

20

30

40

50

距離である第2の距離との差分を求め、求めた各差分の総和を前記部分領域の中心点と各球面との距離の総和として取得することを特徴とする。

【0014】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記発明において、前記検出手段は、前記第1の距離に対応する前記受信アンテナの受信強度ばらつきをもとに前記第1の距離を補正することを特徴とする。

【0015】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記発明において、前記検出手段は、前記部分領域の中心点と前記受信アンテナとの距離である第2の距離が前記受信アンテナに対応する前記第1の距離よりも大きい場合に、前記第1の距離を補正することを特徴とする。

10

【0016】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記発明において、前記検出手段は、前記複数の部分領域の各々に対し、前記部分領域の中心点が前記複数の受信アンテナに対応する球の全てが重なり合う領域の内部に位置するか否かを判断することを特徴とする。

【0017】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記発明において、前記検出手段が検出したカプセル型内視鏡の位置から前記カプセル型内視鏡の移動軌跡を算出する軌跡算出手段を備えることを特徴とする。

【0018】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記発明において、前記複数の受信アンテナをさらに備えたことを特徴とする。

20

【0019】

また、本発明にかかる位置検出装置は、上記発明において、前記複数の受信アンテナは、1枚のシートに設けられることを特徴とする。

【0020】

また、本発明にかかるカプセル型内視鏡システムは、被検体に導入され、該被検体の内部を移動して前記被検体内の画像情報を取得するカプセル型内視鏡と、前記カプセル型内視鏡から送信された画像情報を含む信号を受信する複数の受信アンテナが受信した信号の各受信強度をもとに各受信アンテナと前記カプセル型内視鏡との距離である第1の距離を求め、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する前記第1の距離を半径とする複数の球のうち少なくとも2以上の球が重なり合う領域の内部において、各球面からの距離の総和が最小となる位置を前記カプセル型内視鏡の位置として検出する検出手段と、前記カプセル型内視鏡によって取得された画像情報、および、該画像情報に対応する前記カプセル型内視鏡の位置情報を取得し、取得した前記画像情報および位置情報を表示する画像表示手段とを備えた位置検出装置と、を備えることを特徴とする。

30

【0021】

また、本発明にかかるカプセル型内視鏡システムは、上記発明において、前記位置検出装置は、前記検出手段が検出したカプセル型内視鏡の位置から前記カプセル型内視鏡の移動軌跡を算出する軌跡算出手段をさらに備え、前記画像表示手段は、前記画像情報を表示するとともに、前記軌跡算出手段が算出した前記カプセル型内視鏡の前記被検体内での移動軌跡を表示することを特徴とする。

40

【0022】

また、本発明にかかるカプセル型内視鏡システムは、上記発明において、被検体に導入され、該被検体の内部を移動して前記被検体内の画像情報を取得するカプセル型内視鏡と、前記カプセル型内視鏡から送信された画像情報を含む信号を受信する複数の受信アンテナ、および、前記複数の受信アンテナが受信した信号の各受信強度をもとに各受信アンテナと前記カプセル型内視鏡との距離である第1の距離を求め、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する前記第1の距離を半径とする複数の球のうち少なくとも2以上の球が重なり合う領域の内部において、各球面からの距離の総和が最小となる位置を前記カプセル型内視鏡の位置として検出する検出手段を備えた受信装置と、前記受信装置が

50

ら画像情報および該画像情報に対応する前記カプセル型内視鏡の位置情報を取得し、取得した前記画像情報および位置情報を表示する画像表示手段と、を備えることを特徴とする。

【0023】

また、本発明にかかるカプセル型内視鏡の位置検出プログラムは、被検体に導入されて該被検体の内部を移動するカプセル型内視鏡から送信された信号の受信強度をもとに前記カプセル型内視鏡の前記被検体内における位置を検出する位置検出装置に、前記複数の受信アンテナが受信した信号の各受信強度をもとに各受信アンテナと前記カプセル型内視鏡との距離である第1の距離を求め、各受信アンテナを中心として各前記受信アンテナに対応する前記第1の距離を半径とする複数の球のうち少なくとも2以上の球が重なり合う領域の内部において、各球面からの距離の総和が最小となる位置を前記カプセル型内視鏡の位置として検出する検出手順を実行させることを特徴とする。

10

【0024】

また、本発明にかかるカプセル型内視鏡の位置検出プログラムは、上記発明において、前記検出手順は、前記カプセル型内視鏡が存在しうる前記被検体内での領域を分割したことによって得られる複数の部分領域の各々に対し、前記部分領域の中心点が前記少なくとも2以上の球が重なり合う領域の内部に位置するか否かを判断し、前記2以上の球が重なり合う領域の内部に位置すると判断した前記部分領域の中心点と各球面との距離の総和を求めて、求めた総和が最小となる前記部分領域の中心点を前記カプセル型内視鏡の位置として検出することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、カプセル型内視鏡の向きを検出していないため、計算量を抑制できるとともに、それぞれの複数の受信アンテナが受信した信号の各受信強度をもとに求めた各受信アンテナとカプセル型内視鏡との距離である第1の距離が半径であるとともに各受信アンテナが中心である複数の球のうち少なくとも2以上の球が重なり合う領域の内部において、各球面からの距離の総和が最小となる位置をカプセル型内視鏡の位置として検出しているため、一定の位置検出精度を確保することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】図1は、本発明の一実施の形態にかかる受信装置を用いたカプセル型内視鏡システムの概略構成を示す模式図である。

30

【図2】図2は、図1に示すカプセル型内視鏡の内部の概略構成を示す断面図である。

【図3】図3は、図1に示す受信装置の概略構成を示すブロック図である。

【図4】図4は、図3に示す位置情報推定部における位置検出処理に関する処理手順を示すフローチャートである。

【図5】図5は、図4に示す位置決定処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図6A】図6Aは、カプセル型内視鏡の位置検出を説明するための模式図である。

【図6B】図6Bは、図6Aの領域をx方向、y方向およびz方向に各4分割した模式図である。

40

【図7】図7は、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する第1の距離を半径とする各球をxz平面で切断した場合を示す図である。

【図8】図8は、図5に示す総和距離算出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図9】図9は、図3に示す軌跡算出部によるカプセル型内視鏡の被検体内での移動軌跡算出処理を説明する図である。

【図10】図10は、図3に示す軌跡算出部によるカプセル型内視鏡の被検体内での移動軌跡算出処理を説明する図である。

【図11】図11は、図5に示す総和距離算出処理の処理手順の他の例を示すフローチャートである。

【図12】図12は、図5に示す総和距離算出処理の他の例を説明するための図である。

50

【図 1 3】図 1 3 は、図 5 に示す総和距離演算処理の他の例を説明するための図である。

【図 1 4】図 1 4 は、本発明の一実施の形態にかかる受信装置を用いたカプセル型内視鏡システムの他の概略構成を示す模式図である。

【図 1 5】図 1 5 は、図 1 に示した受信装置の他の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下に、本発明の実施の形態にかかる位置検出装置、カプセル型内視鏡システムおよびカプセル型内視鏡の位置検出プログラムについて、図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明においては、本発明にかかる位置検出装置およびカプセル型内視鏡システムの一例として、被検体の体内に導入されて被検体の体内画像を撮像するカプセル型内視鏡を含むカプセル型内視鏡システムを例示するが、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

10

【0028】

図 1 は、本発明の一実施の形態にかかる受信装置 5 を用いたカプセル型内視鏡システム 1 の概略構成を示す模式図である。図 1 に示すように、カプセル型内視鏡システム 1 は、被検体 2 内の体内画像を撮像するカプセル型内視鏡 3 と、被検体 2 内部に導入されたカプセル型内視鏡 3 によって無線送信された無線信号を、受信アンテナユニット 4 を介して受信するとともに、カプセル型内視鏡 3 によって撮像された被検体 2 内の画像データの撮像位置を推定する受信装置 5 と、カプセル型内視鏡 3 によって撮像された被検体 2 内の画像データに対応する画像を表示する情報処理装置 6 と、を備える。

20

【0029】

図 2 は、カプセル型内視鏡 3 の内部の概略構成を示す断面図である。図 2 に示すように、カプセル型内視鏡 3 は、一方の端が半球状のドーム形状をしており他方の端が開口した略円筒形状又は半楕円球状の容器 30 a と、容器 30 a の開口に嵌められることで容器 30 a 内を水密に封止する半球形状の光学ドーム 30 b とからなるカプセル型容器 30 (筐体) 内に収容される。このカプセル型容器 30 (30 a , 30 b) は、例えば被検体 2 が飲み込める程度の大きさである。また、本実施の形態において、少なくとも光学ドーム 30 b は透明な材料により形成される。

【0030】

また、カプセル型内視鏡 3 は、光学ドーム 30 b を介して入射された光を結像する対物レンズ 32 と、対物レンズ 32 を取り付けるレンズ枠 33 と、対物レンズ 32 により入射された光信号を電気信号に変換して撮像信号を形成する撮像部 34 と、撮像時に被検体 2 内部を照明する照明部 35 と、撮像部 34 および照明部 35 をそれぞれ駆動するとともに、撮像部 34 から入力される撮像信号から画像信号を生成する処理回路等が形成された回路基板 36 と、画像信号を送信するとともに、体腔外の受信装置 5 等からの信号を受信する送受信回路 37 と、各機能部に電源を供給する複数のボタン型電池 38 と、アンテナ 39 と、を備える。

30

【0031】

カプセル型内視鏡 3 は、被検体 2 内に飲み込まれることによって被検体 2 内の食道を通過し、消化管腔の蠕動運動によって体腔内を移動する。カプセル型内視鏡 3 は、体腔内を移動しながら微小な時間間隔、たとえば 0.5 秒間隔で被検体 2 の体腔内を逐次撮像し、撮像した被検体 2 内の画像データを生成して受信装置 5 に順次送信する。本実施の形態では、カプセル型内視鏡 3 の撮像部 34 で撮像した画像データの画像信号により位置推定処理を行うことも可能であるが、撮像した画像信号とカプセル型内視鏡 3 の位置検出用の受信強度検出信号を含む送信信号を生成し、受信強度が検出し易い受信強度検出信号により位置検出処理を行うことが好ましい。

40

【0032】

受信装置 5 は、複数の受信アンテナ 40 (40 a、40 b、40 c) を配置したシート状の受信アンテナユニット 4 とアンテナケーブル 43 で接続される。受信装置 5 は、各第 1 受信アンテナ 40 a ~ 第 3 受信アンテナ 40 c を介してカプセル型内視鏡 3 から送信さ

50

れた無線信号を受信する。受信装置 5 は、カプセル型内視鏡 3 から受信した無線信号の受信電界強度を第 1 受信アンテナ 40 a ~ 第 3 受信アンテナ 40 c ごとに検出するとともに、受信した無線信号をもとに被検体 2 内の画像データを取得する。受信装置 5 は、各第 1 受信アンテナ 40 a ~ 第 3 受信アンテナ 40 c の受信電界強度情報および時刻を示す時刻情報等を、受信した画像データに対応付けて後述する記憶部 (図 15 参照) に記憶する。

【 0033 】

受信装置 5 は、カプセル型内視鏡 3 により撮像が行われている間、たとえば被検体 2 の口から導入され、消化管内を通過して被検体 2 から排出されるまでの間、被検体 2 に携帯される。受信装置 5 は、カプセル型内視鏡 3 による検査の終了後、被検体 2 から取り外され、カプセル型内視鏡 3 から受信した画像データ等の情報の転送のため、情報処理装置 6

10

【 0034 】

各第 1 受信アンテナ 40 a ~ 第 3 受信アンテナ 40 c は、シート 44 の所定の位置、たとえば受信アンテナユニット 4 を被検体 2 に装着したときに、カプセル型内視鏡 3 の通過経路である被検体 2 内の各臓器に対応した位置に配置される。なお、第 1 受信アンテナ 40 a ~ 第 3 受信アンテナ 40 c の配置は、検査または診断等の目的に応じて任意に変更してもよい。本実施の形態では、3 個の受信アンテナを使用しているが、受信アンテナの数は 3 個に限定して解釈する必要はなく、3 個より少なくても多くてもよい。

【 0035 】

情報処理装置 6 は、液晶ディスプレイ等の表示部 66 c を備えたワークステーションまたはパーソナルコンピュータを用いて構成される。情報処理装置 6 は、受信装置 5 を介して取得した被検体 2 内の画像データに対応する画像を表示する。また、情報処理装置 6 は、受信装置 5 の記憶部から画像データ等を読み取るクレードル 6 a と、キーボード、マウス等の操作入力デバイス 6 b とを有する。クレードル 6 a は、受信装置 5 が装着された際に受信装置 5 のメモリから画像データや、この画像データに関連付けされた受信電界強度情報、時刻情報およびカプセル型内視鏡 3 の識別情報等の関連情報を取得し、取得した各種情報を情報処理装置 6 に転送する。操作入力デバイス 6 b は、ユーザによる入力を受け付ける。これにより、ユーザは、操作入力デバイス 6 b を操作しつつ、情報処理装置 6 が順次表示する被検体 2 内の画像を見ながら、被検体 2 内部の生体部位、たとえば食道、胃、小腸および大腸等を観察し、被検体 2 を診断する。

20

30

【 0036 】

次に、図 1 に示した情報処理装置 6 の構成について詳細に説明する。図 3 は、図 1 に示した情報処理装置 6 の構成を示すブロック図である。

【 0037 】

情報処理装置 6 は、図 3 に示すように、液晶ディスプレイ等の表示部 66 c を備えたワークステーションまたはパーソナルコンピュータを用いて構成される。情報処理装置 6 は、受信装置 5 を介して取得した被検体 2 内の画像データに対応する画像を表示する。情報処理装置 6 には、受信装置 5 のメモリから画像データを読み取るクレードル 6 a と、キーボード、マウス等の操作入力デバイス 6 b とが接続される。

【 0038 】

また、情報処理装置 6 は、図 3 に示すように、情報処理装置 6 全体の制御を行う制御部 61 と、カプセル型内視鏡 3 の位置情報を推定する位置情報推定部 62 と、画像データごとに位置情報推定部 62 が推定したカプセル型内視鏡 3 の位置情報に基づき、カプセル型内視鏡 3 の被検体 2 内での移動軌跡を算出する軌跡算出部 63 と、カプセル型内視鏡 3 から受信した画像データおよび信号強度を記憶する記憶部 64 と、キーボード、マウス等などの操作入力デバイス 6 b 等からの情報を取得する入力部 65 と、ディスプレイで構成される表示部 66 c を有するとともにプリンタ、スピーカー等を用いて構成される出力部 66 と、を備える。なお、記憶部 64 は、情報を磁気的に記憶するハードディスクと、カプセル型内視鏡システム 1 が処理を実行する際にその処理にかかわる各種プログラムをハードディスクからロードして電氣的に記憶するメモリとを用いて構成される。

40

50

【 0 0 3 9 】

位置情報推定部 6 2 は、受信アンテナユニット 4 の各受信アンテナが受信した信号強度のうち最大の信号強度を取得して、この信号強度からカプセル型内視鏡 3 の位置情報（アンテナ位置）を導出してカプセル型内視鏡 3 の位置を推定する。位置情報推定部 6 2 は、距離算出部 6 2 1 と、総和距離算出部 6 2 2 と、位置決定部 6 2 3 とを備える。

【 0 0 4 0 】

距離算出部 6 2 1 は、位置検出用タイミング時において、第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c がそれぞれ受信した信号の各受信電界強度をもとに各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c とカプセル型内視鏡 3 との距離である第 1 の距離を求める。

10

【 0 0 4 1 】

総和距離算出部 6 2 2 は、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する第 1 の距離を半径とする複数の球のうち少なくとも 2 以上の球が重なり合う領域の内部において、所定の単位領域の各々に対し、各球面からの距離の総和を求める。

【 0 0 4 2 】

位置決定部 6 2 3 は、総和距離算出部 6 2 2 が求めた各単位領域の各球面からの距離の総和のうち、各球面からの距離の総和が最小となる単位領域の所定位置をカプセル型内視鏡 3 の位置として決定する。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態では、情報処理装置 6 が、距離算出部 6 2 1 と、総和距離算出部 6 2 2 と、位置決定部 6 2 3 とを備え、複数の第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c が受信した信号の各受信強度をもとに各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c とカプセル型内視鏡 3 との距離である第 1 の距離を求め、各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c を中心としてそれぞれの第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c に対応する第 1 の距離を半径とする複数の球のうち少なくとも 2 以上の球が重なり合う領域の内部において、各球面からの距離の総和が最小となる位置をカプセル型内視鏡 3 の位置として検出する位置検出処理を行う。以下、本実施の形態の情報処理装置 6 におけるカプセル型内視鏡 3 の位置の検出処理について、詳細に説明する。

20

【 0 0 4 4 】

位置情報推定部 6 2 における位置検出処理に関する処理手順について説明する。図 4 は、図 3 に示す位置情報推定部 6 2 における位置検出処理に関する処理手順を示すフローチャートである。

30

【 0 0 4 5 】

図 4 に示すように、位置情報推定部 6 2 は、位置検出タイミング時における各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c の受信信号の信号強度を取得する（ステップ S 1）。続いて、位置情報推定部 6 2 は、カプセル型内視鏡 3 の位置を決定する位置決定処理を行う（ステップ S 2）。その後、軌跡算出部 6 3 が、位置情報推定部 6 2 が決定したカプセル型内視鏡 3 の位置情報と、これまで検出されたカプセル型内視鏡 3 の位置とをもとに、カプセル型内視鏡 3 の被検体 2 内での移動軌跡を算出する移動軌跡算出処理（ステップ S 3）を行なう。

40

【 0 0 4 6 】

次に、図 4 に示す位置決定処理の処理手順について説明する。図 5 は、図 4 に示す位置決定処理の処理手順を示すフローチャートである。

【 0 0 4 7 】

図 5 に示すように、距離算出部 6 2 1 は、各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c の受信信号の信号強度をもとに、各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c とカプセル型内視鏡 3 との距離 r_n を第 1 の距離として取得する（ステップ S 1 1）。距離算出部 6 2 1 は、第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c ごとに取得した受信信号の受信電界強度をもとに受信信号の電圧 V_n を求め、第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c ごとに下記の式（1）を用いて各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~

50

第3受信アンテナ40cとカプセル型内視鏡3との距離 r_n をそれぞれ取得する。

【数1】

$$V_n = K \frac{1}{r_n} e^{-\alpha r_n} \quad \dots (1)$$

【0048】

式(1)においては、 K は、各第1受信アンテナ40a～第3受信アンテナ40cの特性によって決まる定数であり、 α は、生体組織の減衰係数である。式(1)においては、定数 K および減衰係数 α は、予め測定された実測値から導出される。定数 K および減衰係数 α は、周波数によって変わるため、受信周波数が変化する場合位置決定処理を行う前に受信周波数を判断して計算をする。受信周波数の判断を行う場合、周波数情報、製品種別、バージョン情報などを含む識別情報を受信アンテナユニット4の記憶部に保存し、受信装置5がアンテナユニット4の記憶部に保存された識別情報を取得し、画像データに対応付けて受信装置5内の記憶部(図示せず)に記憶する。位置情報推定部62は、定数 K および減衰係数 α を算出するとき、画像データに対応する識別情報によって受信周波数を変更する。また、式(1)において、 n は、受信アンテナを識別するための識別係数であり、本実施の形態においては、受信アンテナとして、第1受信アンテナ40a～第3受信アンテナ40cが設定されているため、 n は、1～3までとなる。

10

【0049】

続いて、総和距離算出部622は、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する第1の距離を半径とする複数の球のうち少なくとも2以上の球が重なり合う領域の内部に位置する所定の単位領域の各々に対し、各球面からの距離の総和を求める総和距離算出処理を行う(ステップS12)。

20

【0050】

位置決定部623は、総和距離算出部622が求めた各単位領域の各球面からの距離の総和のうち、各球面からの総和距離が最小となる単位領域の所定位置を取得し(ステップS13)、取得した位置をカプセル型内視鏡3の位置として決定する(ステップS14)。なお、画像にノイズが多く、表示をしない画像が保存されている場合、表示しないという画像かどうかを判断し、表示しない画像に対して位置決定処理を行わないという処理を加えることもできる。この場合、受信装置5または情報処理装置6は、表示しない画像の検出を行い、この表示しない画像に非表示情報(フラグ)を付加する。これにより、位置情報推定部62は、画像に付加された非表示情報によって、位置決定処理を実行するか否かを判断する。

30

【0051】

次に、総和距離算出部622が行なう総和距離算出処理について説明する。まず、総和距離算出処理における算出対象の所定の単位領域について説明する。最初に、カプセル型内視鏡3が導入される被検体2内で、検査または診断等の目的に応じてカプセル型内視鏡3が存在しうる所定の存在可能領域 T が設定される。この存在可能領域 T は、被検体2の身体の大きさに応じて設定され、例えば図6Aに示すように300mm×300mm×300mmの立方体からなる領域である。存在可能領域 T は、受信アンテナユニット4のシート状の表面が1つの境界面と一致するように設定される。図6Aに示す場合、受信アンテナユニット4は、存在可能領域 T の1つの境界面である XY 平面上に設けられる。

40

【0052】

カプセル型内視鏡3の存在可能領域 T は、所望する精度に応じて、複数の部分領域に分割される。図6Bにおいては、説明の簡易化のため、受信アンテナユニット4が位置する境界面の中心を原点とし、存在可能領域 T のいずれかの辺と平行で互いに直交する3つの軸(X 軸、 Y 軸、 Z 軸)を有する直交座標系 XYZ に対し、各軸方向に4分割した場合を例示している。この場合、存在可能領域 T は、64(=4×4×4)個の部分領域に分割される。各部分領域は識別可能なようにラベル付けされる。この各部分領域 P を所定の単位領域とし、各部分領域 P の中心について、総和距離算出処理が行われる。なお、実際の

50

部分領域 P は、カプセル型内視鏡 3 の大きさや位置検出タイミングの間隔に応じて設定され、上記のように 64 個の部分領域に分割されるほか、たとえば $10\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ の 27000 個の部分領域に分割される。

【0053】

総和距離算出部 622 は、この複数の部分領域 P の各々に対し、部分領域 P の中心点が、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する第 1 の距離である距離 r_n を半径とする各球が重なり合う領域の内部にあるか否かを判断してから、各球が重なり合う領域の内部にあると判断した部分領域 P の中心点における各球面からの距離の総和を求める。

【0054】

まず、総和距離算出部 622 が、各部分領域 P の中心点が、各球が重なり合う領域の内部に位置するか否かを判断する判断処理について、図 7 を参照して、具体的に説明する。説明の簡易化のため、図 7 は、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する第 1 の距離 r_n を半径とする各球を xz 平面で切断した場合を示す。また、図 7 には、第 1 受信アンテナ 40a の基準位置 Q_1 と、第 2 受信アンテナ 40b の基準位置 Q_2 とを示す。

【0055】

総和距離算出部 622 は、各部分領域 P の中心点が、各球が重なり合う領域の内部に位置するか否かを判断するために、まず、判断対象の部分領域 P の中心点が、それぞれ各球 C_1 、 C_2 の内部に位置するか否かを判断する。第 1 受信アンテナ 40a とカプセル型内視鏡 3 の距離である第 1 の距離を r_1 とした場合、第 1 受信アンテナ 40a の基準位置 Q_1 を中心とし r_1 を半径とする球 C_1 内部のいずれかの位置にカプセル型内視鏡 3 が位置すると推定される。また、第 2 受信アンテナ 40b とカプセル型内視鏡 3 の距離である第 1 の距離を r_2 とした場合、第 2 受信アンテナ 40b の基準位置 Q_2 を中心とし r_2 を半径とする球 C_2 内部のいずれかの位置にカプセル型内視鏡 3 が位置すると推定される。そこで、総和距離算出部 622 は、受信アンテナごとに、判断対象の部分領域 P の中心点と各受信アンテナとの距離 d_{a1} と、受信アンテナとカプセル型内視鏡 3 との距離である第 1 の距離とを比較することによって、判断対象の部分領域 P の中心点が、受信アンテナに対応する球内部に位置するか否かを判断する。

【0056】

たとえば、判断対象の部分領域 P の中心点が図 7 に示す点 P_a である場合を例に説明する。まず、総和距離算出部 622 は、点 P_a が、第 1 受信アンテナ 40a の基準位置 Q_1 を中心とし距離 r_1 を半径とする球 C_1 内に位置するか否かを判断する。点 P_a と、第 1 受信アンテナ 40a の基準点 Q_1 との距離 d_{a1} は、第 1 受信アンテナ 40a とカプセル型内視鏡 3 との距離 r_1 よりも小さいため、総和距離算出部 622 は、点 P_a が、第 1 受信アンテナ 40a の基準位置 Q_1 を中心とし r_1 を半径とする球 C_1 内に位置すると判断する。次に、総和距離算出部 622 は、点 P_a が、第 2 受信アンテナ 40b の基準位置 Q_2 を中心とし r_2 を半径とする球 C_2 内に位置するか否かを判断する。点 P_a と、第 2 受信アンテナ 40b の基準点 Q_2 との距離 d_{a2} は、第 2 受信アンテナ 40b とカプセル型内視鏡 3 との距離 r_2 よりも小さいため、総和距離算出部 622 は、点 P_a が、第 2 受信アンテナ 40b の基準位置 Q_2 を中心とし距離 r_2 を半径とする球 C_2 内に位置すると判断する。そして、総和距離算出部 622 は、点 P_a と第 3 受信アンテナ 40c の基準点との距離が、第 3 受信アンテナ 40c とカプセル型内視鏡 3 との距離 r_3 よりも小さいと判断した場合には、この部分領域の中心点 P_a が、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する第 1 の距離である r_n を半径とする各球が重なり合う領域の内部に位置すると判断する。

【0057】

次に、判断対象の部分領域 P の中心点が図 7 に示す点 P_b である場合を例に説明する。総和距離算出部 622 は、点 P_b が、第 1 受信アンテナ 40a の基準位置 Q_1 を中心とし r_1 を半径とする球 C_1 内に位置するか否かを判断する。図 7 に示すように、点 P_b と、

10

20

30

40

50

第1受信アンテナ40aの基準点 Q_1 との距離 d_{b1} は、第1受信アンテナ40aとカプセル型内視鏡3との距離 r_1 よりも大きい。

【0058】

この場合、総和距離算出部622は、算出処理を継続させるために、第1受信アンテナ40aの受信強度ばらつきをもとに第1受信アンテナ40aに対応する第1の距離 r_1 を補正し、補正後の第1の距離 r_1' と距離 d_{b1} とを比較する。なお、総和距離算出部622は、比較対象の第1受信アンテナ40aに対応する第1の距離 r_1 のみを補正するほか、第1受信アンテナ40aを含む全ての受信アンテナの第1の距離 r_n を、各受信アンテナの受信強度ばらつきをもとにそれぞれ補正してもよい。

【0059】

図7に示す例では、点 P_b においては、距離 d_{b1} は、補正後の第1の距離 r_1' 以下の大きさになるため、総和距離算出部622は、点 P_b が、第1受信アンテナ40aの基準位置 Q_1 を中心とし補正後の第1の距離 r_1' を半径とする球 C_1' 内に位置すると判断する。そして、総和距離算出部622は、点 P_b が、第2受信アンテナ40bの基準位置 Q_2 を中心とし r_2 を半径とする球 C_2 内に位置するか否かを判断する。この場合には、点 P_b と、第2受信アンテナ40bの基準点 Q_2 との距離 d_{b2} は、第2受信アンテナ40bとカプセル型内視鏡3との距離 r_2 よりも小さいため、総和距離算出部622は、点 P_b が、第2受信アンテナ40bの基準位置 Q_2 を中心とし r_2 を半径とする球 C_2 内に位置すると判断する。同様に、総和距離算出部622は、点 P_b と第3受信アンテナ40cの基準点との距離が、第3受信アンテナ40cとカプセル型内視鏡3との距離 r_3 よりも小さいと判断した場合には、この部分領域の中心点 P_b が、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する第1の距離である r_n を半径とする各球が重なり合う領域の内部に位置すると判断する。

【0060】

そして、判断対象の部分領域Pの中心点が図7に示す点 P_c である場合を例に説明する。総和距離算出部622は、点 P_c が、第1受信アンテナ40aの基準位置 Q_1 を中心とし r_1 を半径とする球 C_1 内に位置するか否かを判断する。図7に示すように、点 P_c と、第1受信アンテナ40aの基準点 Q_1 との距離 d_{c1} は、第1受信アンテナ40aとカプセル型内視鏡3との距離 r_1 よりも大きい。また、距離 d_{c1} は補正後の第1の距離 r_1' よりも大きいため、総和距離算出部622は、点 P_c が、第1受信アンテナ40aの基準位置 Q_1 を中心とし補正後の第1の距離 r_1' を半径とする球 C_1' 内に位置しないと判断する。すなわち、点 P_c は、各球の一つである球 C_1 内、さらに、補正後の球 C_1' 内に位置しないため、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する第1の距離である r_n を半径とする各球が重なり合う領域の内部に位置しないと判断でき、カプセル型内視鏡3の推定位置から除外される。

【0061】

このように、総和距離算出部622は、カプセル型内視鏡3が存在しうる被検体2内の領域を分割したことによって得られる複数の部分領域Pの各々に対し、全ての受信アンテナについて、判断対象の部分領域Pの中心点と受信アンテナとの距離である第2の距離が受信アンテナに対応する距離 r_n よりも小さいと判断した場合に、この部分領域Pの中心点が、各受信アンテナに対応する全ての球が重なり合う領域の内部に位置すると判断する。また、総和距離算出部622は、判断対象の部分領域Pの中心点と受信アンテナとの距離である第2の距離 d が受信アンテナに対応する距離 r_n よりも大きい場合には、受信アンテナの受信強度ばらつきをもとに、この距離 r_n を補正して、正しい算出処理を継続できるようにしている。そして、総和距離算出部622は、各受信アンテナにそれぞれ対応する全ての球が重なり合う領域の内部に位置すると判断した部分領域Pの中心点と、各球面との距離の総和を求める。

【0062】

次に、総和距離算出部622が行なう総和距離算出処理の処理手順について詳細に説明する。図8は、図5に示す総和距離算出処理の処理手順を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

図 8 に示すように、まず、総和距離算出部 6 2 2 は、各部分領域の識別係数である m を初期化して $m = 1$ とし (ステップ S 2 1)、総和距離演算対象の部分領域 P_1 について総和距離算出処理を行う。まず、総和距離算出部 6 2 2 は、算出対象の部分領域 P_1 と、各受信アンテナとの距離を取得するため、受信アンテナの識別係数である n を初期化して $n = 1$ とする (ステップ S 2 2)。続いて、第 n 受信アンテナ (この場合には、第 1 受信アンテナ 4 0 a) と部分領域 P_m (この場合には、部分領域 P_1) の中心点との距離 $d_{m n}$ を取得する (ステップ S 2 3)。

【 0 0 6 4 】

続いて、総和距離算出部 6 2 2 は、取得した距離 $d_{m n}$ と第 n 受信アンテナに対応する第 1 の距離である r_n とを比較し、距離 $d_{m n}$ が第 n 受信アンテナに対応する第 1 の距離である距離 r_n 以下であるか否かを判断する (ステップ S 2 4)。

【 0 0 6 5 】

総和距離算出部 6 2 2 は、距離 $d_{m n}$ が第 n 受信アンテナに対応する距離 r_n 以下でないと判断した場合 (ステップ S 2 4 : No)、すなわち、距離 $d_{m n}$ が第 n 受信アンテナに対応する距離 r_n よりも大きい場合、今回の部分領域 P_m において既に補正処理済みであるか否かを判断する (ステップ S 2 5)。

【 0 0 6 6 】

総和距離算出部 6 2 2 は、今回の部分領域 P_m において既に補正処理済みでないと判断した場合 (ステップ S 2 5 : No)、第 n 受信アンテナの受信強度ばらつきに対応して距離 r_n を補正する補正処理を行った (ステップ S 2 6) 後に、ステップ S 2 4 に戻って、補正した距離 r_n と距離 $d_{m n}$ とを比較し、距離 $d_{m n}$ が補正後の距離 r_n 以下であるか否かを判断する。

【 0 0 6 7 】

一方、総和距離算出部 6 2 2 は、今回の部分領域 P_m において既に補正処理済みであると判断した場合 (ステップ S 2 5 : Yes)、この部分領域 P_m の中心点については、カプセル型内視鏡 3 よりも、この第 n 受信アンテナから遠い距離に位置すると判断でき、この第 n 受信アンテナを中心として距離 r_n を半径とする球の内部に位置しないと判断できるため、カプセル型内視鏡 3 が存在すると推定される領域から除外できる。したがって、総和距離算出部 6 2 2 は、この部分領域 P_m の中心点はカプセル型内視鏡 3 の推定位置として不採用であると判断して (ステップ S 2 7)、カプセル型内視鏡 3 の推定位置から除外する。

【 0 0 6 8 】

また、総和距離算出部 6 2 2 は、距離 $d_{m n}$ が距離 r_n 以下であると判断した場合 (ステップ S 2 4 : Yes)、この第 n 受信アンテナを中心として距離 r_n を半径とする球の内部に位置すると判断できる。続いて、総和距離算出部 6 2 2 は、受信アンテナの識別係数である n と受信アンテナの識別係数の最大値 N とを比較し、 $n = N$ であるか否かを判断する (ステップ S 2 8)。総和距離算出部 6 2 2 は、 $n = N$ でないと判断した場合 (ステップ S 2 8 : No)、受信アンテナの識別係数である n に 1 を加算して $n = n + 1$ として (ステップ S 2 9)、次の受信アンテナについて、判断対象の部分領域 P_m の中心点が第 n 受信アンテナを中心として r_n を半径とする球の内部に位置するか否かを判断する。この場合には、判断対象の部分領域 P_m の中心点が第 2 受信アンテナを中心として r_2 を半径とする球の内部に位置するか否かを判断する。

【 0 0 6 9 】

総和距離算出部 6 2 2 が $n = N$ であると判断した場合 (ステップ S 2 8 : Yes)、判断対象の部分領域 P_m の中心点が、全ての受信アンテナについて、各受信アンテナを中心として各距離 r_n を半径とする球の内部に位置すると判断できる。すなわち、判断対象の部分領域 P_m の中心点が、各受信アンテナを中心として各距離 r_n を半径とする全ての球が重なり合う領域の内部に位置すると判断できる。

【 0 0 7 0 】

10

20

30

40

50

このため、総和距離算出部 6 2 2 は、この部分領域 P_m の中心点と各球面との距離 ($r_n - d_{mn}$) の n に対する総和である総和距離 D_m を算出する (ステップ S 3 0)。具体的には、総和距離算出部 6 2 2 は、以下の (2) 式を用いて総和距離 D_m を算出する。

【数 2】

$$D_m = \sum_{n=1}^N (r_n - d_{mn}) \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

【0071】

続いて、部分領域の識別係数である m と部分領域の識別係数である m の最大値 M とを比較し、 $m = M$ であるか否かを判断する (ステップ S 3 1)。総和距離算出部 6 2 2 は、 $m = M$ でないと判断した場合 (ステップ S 3 1 : No)、部分領域の識別係数である m に 1 を加算して $m = m + 1$ としてから (ステップ S 3 2)、ステップ S 2 2 に戻り、次の部分領域 P_m について、各受信アンテナを中心として各距離 r_n を半径とする全ての球が重なり合う領域の内部に位置するか否かを判断後、部分領域 P_m の中心点と各球面との距離の総和である総和距離 D_m を算出する。この場合には、次の部分領域 P_2 について、各受信アンテナを中心として各距離 r_n を半径とする全ての球が重なり合う領域の内部に位置するか否かを判断する。

【0072】

また、総和距離算出部 6 2 2 は、 $m = M$ であると判断した場合 (ステップ S 3 1 : Yes)、各部分領域について算出した各総和距離 D_m を位置決定部 6 2 3 に出力して (ステップ S 3 3)、総和距離算出処理を終了する。なお、受信アンテナユニット 4 の種類によって各受信アンテナの位置が変わる場合、周波数情報、製品種別、バージョン情報などを含む識別情報を受信アンテナユニット 4 の記憶部に保存し、受信装置 5 がアンテナユニット 4 の記憶部に保存された識別情報を取得し、画像データに対応付けて受信装置 5 内の記憶部 (図示せず) に記憶する。総和距離算出部 6 2 2 は、画像データに対応する識別情報を用いて総和距離算出に用いる受信アンテナの位置のパラメータを変更してもよい。

【0073】

前述したように、位置情報推定部 6 2 によって検出されたカプセル型内視鏡 3 の位置は、記憶部 6 4 に順次格納され、これまで検出されたカプセル型内視鏡 3 の位置とともに、軌跡算出部 6 3 によるカプセル型内視鏡 3 の被検体 2 内での移動軌跡算出のために使用される。ところで、各受信アンテナの配置誤差やノイズ等によって、カプセル型内視鏡 3 の検出位置には誤差が含まれ、図 9 に例示するように、これらの各検出位置を用いて求められたカプセル型内視鏡 3 の移動軌跡 L_p は、実際のカプセル型内視鏡 3 の移動軌跡 L_c からずれたものになってしまう場合がある。カプセル型内視鏡 3 は、被検体 2 内の臓器内部を移動するため、実際には、短時間で大きく移動することはないと考えられる。

【0074】

そこで、軌跡算出部 6 3 は、時間的に前後する座標において、たとえば前後 1 つを含む 3 つの座標から中央値を求めるメディアンフィルタ処理などの補正処理を実行しながら軌跡算出を行なう。この結果、図 10 のように、軌跡算出部 6 3 は、実際の移動軌跡 L_p により近い移動軌跡 L_c を取得することができる。この移動軌跡 L_c は、各受信アンテナの配置誤差やノイズ等に起因した位置であり実際の移動軌跡 L_p から大きくずれた検出位置 A_2 の影響が低減されたものとなる。また、軌跡算出部 6 3 は、メディアンフィルタ処理に限らず、たとえば前後 2 つを含む 5 つの座標の平均値を求める移動平均処理を実行しながら軌跡算出を行なって、各受信アンテナの配置誤差やノイズ等の影響を低減したカプセル型内視鏡 3 の移動軌跡を求めてもよい。また、ローパスフィルタ処理を用いてもよい。さらに、ローパスフィルタ処理を時間の順方向と逆方向から実行し、時間遅れのない移動軌跡を求めてもよい。算出された移動軌跡は、画像データとともに情報処理装置 6 で表示される。

【0075】

以上説明した本発明の一実施の形態によれば、カプセル型内視鏡の位置のみを検出して

10

20

30

40

50

おり、カプセル型内視鏡の位置および向きの双方を求める場合と比較して簡易な演算処理で足りるため、計算量を抑制でき、位置推定処理を高速化することが可能となる。

【0076】

また、本実施の形態によれば、それぞれの複数の受信アンテナが受信した信号の各受信強度をもとに求めた各受信アンテナとカプセル型内視鏡3との距離である第1の距離を半径とする複数の球の全てが重なり合う領域の内部において、各球面からの距離の総和が最小となる位置をカプセル型内視鏡3の位置として検出している。カプセル型内視鏡3は、各受信アンテナとカプセル型内視鏡3との距離である第1の距離を半径とする複数の球の全てが重なり合う領域の内部に位置することは明らかであり、さらに、本実施の形態においては、複数の球が重なり合う領域の内部のうち、各球面からの距離の総和が最小となる位置をカプセル型内視鏡3の位置として推定しているため、一定の位置検出精度を確保することができるとともに、カプセル型内視鏡3の被検体2内での移動軌跡の推定をさらに正確化できる。

10

【0077】

さらに、本実施の形態によれば、複数の受信アンテナ40を配置したシート状の受信アンテナユニット4を使用しているため、検査のたびに各受信アンテナ40の配置位置を調整する必要がなく、さらに、予め各受信アンテナ40の配置位置が決められた受信アンテナユニット4を使用するため、各受信アンテナ40の配置ずれに伴うカプセル型内視鏡3の位置の推定処理における精度低下という問題も回避できる。

【0078】

なお、本実施の形態では、総和距離算出処理として、総和距離算出部622は、部分領域Pの中心点が、各受信アンテナを中心として各受信アンテナに対応する距離 r_n を半径とする複数の全ての球が重なり合う領域の内部にあるか否かを判断したが、もちろんこれに限らない。カプセル型内視鏡3は、少なくとも2以上の球が重なり合う領域の内部に位置することは確実であるため、総和距離算出部622は、必ずしも全ての球が重なり合う領域の内部にあるか否かを判断しなくともよく、たとえば、3つの受信アンテナのうち2つの受信アンテナに対応する2つの球が重なり合う領域の内部に、部分領域Pの中心点が位置するか否かを判断してもよい。また、総和距離算出部622は、部分領域Pの中心点が、全受信アンテナに対応する球の全てが重なり合う領域の内部にない場合であっても、複数の受信アンテナのうち、所定数以上の受信アンテナに対応する各球が重なり合う領域の内部に位置すれば、この中心点については不採用とせず、各球面からの距離の総和を求める処理に進んでもよい。

20

30

【0079】

また、本実施の形態における総和距離算出処理では、全ての部分領域 P_m について総和距離を演算し、いずれかの球が重なり合う領域の内部に部分領域が位置しないと判断した場合には、全ての受信アンテナの受信強度ばらつきに対応して第1の距離を補正する補正処理を行ってもよい。この場合における総和距離算出処理の処理手順について詳細に説明する。図11は、図5に示す総和距離算出処理の処理手順の他の例を示すフローチャートである。

【0080】

まず、図11に示すように、総和距離算出部622は、各部分領域Pの識別係数である m を初期化して $m = 1$ とするとともに、各受信アンテナに対応する半球の全てが重なる領域内にある部分領域Pの個数を示す q を初期化して $q = 0$ とし(ステップS41)、総和距離演算対象の部分領域 P_1 について総和距離算出処理を行う。まず、総和距離算出部622は、算出対象の部分領域 P_1 と、各受信アンテナとの距離を取得するため、受信アンテナの識別係数である n を初期化して $n = 1$ とするとともに、部分領域 P_n がいくつの半球の重なる領域にあるかを識別する係数 p を初期化して $p = 0$ とする(ステップS42)。たとえば、 p が2である場合には、部分領域 P_n は、2つの受信アンテナに対応する2つの半球に重なる領域に位置する。

40

【0081】

50

次に、第 n 受信アンテナ（この場合には、第 1 受信アンテナ 40a）と部分領域 P_m （この場合には、部分領域 P_1 ）の中心点との距離 d_{mn} を取得する（ステップ S43）。

【0082】

続いて、総和距離算出部 622 は、取得した距離 d_{mn} と第 n 受信アンテナに対応する第 1 の距離である r_n とを比較し、距離 d_{mn} が第 n 受信アンテナに対応する第 1 の距離である距離 r_n 以下であるか否かを判断する（ステップ S44）。

【0083】

総和距離算出部 622 は、距離 d_{mn} が距離 r_n 以下であると判断した場合（ステップ S44：Yes）、この第 n 受信アンテナを中心として距離 r_n を半径とする球の内部に位置すると判断できる。したがって、部分領域 P_n がいくつの半球の重なる領域にあるかを識別する係数 p に 1 を加算して $p = p + 1$ とする（ステップ S45）。

10

【0084】

総和距離算出部 622 は、ステップ S45 が終了した後、または、距離 d_{mn} が第 n 受信アンテナに対応する距離 r_n 以下でないと判断した場合（ステップ S44：No）、受信アンテナの識別係数である n と受信アンテナの識別係数の最大値 N とを比較し、 $n = N$ であるか否かを判断する（ステップ S46）。総和距離算出部 622 は、 $n = N$ でないと判断した場合（ステップ S46：No）、受信アンテナの識別係数である n に 1 を加算して $n = n + 1$ として（ステップ S47）、次の受信アンテナについて、判断対象の部分領域 P_m の中心点が第 n 受信アンテナを中心として r_n を半径とする球の内部に位置するか否かを判断する。この場合には、判断対象の部分領域 P_m の中心点が第 2 受信アンテナを中心として r_2 を半径とする球の内部に位置するか否かを判断する。

20

【0085】

総和距離算出部 622 が $n = N$ であると判断した場合（ステップ S46：Yes）、図 8 のステップ S30 と同様の処理手順を行って、この部分領域 P_m の中心点と各球面との距離（ $r_n - d_{mn}$ ）の n に対する総和である総和距離 D_m を算出する（ステップ S48）。

【0086】

続いて、総和距離算出部 622 は、部分領域 P_n がいくつの半球の重なる領域にあるかを識別する係数 p と受信アンテナの識別係数の最大値 N とを比較して、 $p = N$ であるか否かを判断する（ステップ S49）。総和距離算出部 622 が $p = N$ であると判断した場合（ステップ S49：Yes）、この部分領域 P_m は、各受信アンテナに対応する半球の全てが重なる領域内にあることとなるため、各受信アンテナに対応する半球の全てが重なる領域内にある部分領域 P の個数 q に 1 を加算し $q = q + 1$ とする（ステップ S50）。

30

【0087】

総和距離算出部 622 は、ステップ S50 が終了した後、または、 $p = N$ でないと判断した場合（ステップ S49：No）、部分領域の識別係数である m と部分領域の識別係数である m の最大値 M とを比較し、 $m = M$ であるか否かを判断する（ステップ S51）。総和距離算出部 622 は、 $m = M$ でないと判断した場合（ステップ S51：No）、部分領域の識別係数である m に 1 を加算して $m = m + 1$ として（ステップ S52）、次の部分領域 P_m について、部分領域 P_m の中心点と各球面との距離の総和である総和距離 D_m を算出する。

40

【0088】

また、総和距離算出部 622 は、 $m = M$ であると判断した場合（ステップ S51：Yes）、各受信アンテナに対応する半球の全てが重なる領域内にある部分領域 P の個数 q が 0 よりも大きいか否かを判断する（ステップ S53）。

【0089】

総和距離算出部 622 は、 q が 0 よりも大きくないと判断した場合（ステップ S53：No）、すなわち、各受信アンテナに対応する半球の全てが重なる領域内に部分領域 P が 1 個も存在していないと判断した場合、全ての受信アンテナに対して、各受信アンテナの受信強度ばらつきに対応して距離 r_n を補正する補正処理を行ってから（ステップ S54

50

)、ステップ S 4 1 に戻り、再度、各部分領域 P_1 について総和距離算出処理を行う。

【 0 0 9 0 】

一方、総和距離算出部 6 2 2 は、 q が 0 よりも大きいと判断した場合 (ステップ S 5 3 : Yes)、各受信アンテナに対応する半球の全てが重なる領域内に部分領域 P が 1 以上あるため、各部分領域について算出した各総和距離 D_m をそのまま位置決定部 6 2 3 に出力して (ステップ S 5 5)、総和距離算出処理を終了する。

【 0 0 9 1 】

このように、本実施の形態における総和距離算出処理では、全ての部分領域 P_m について総和距離を演算し、いずれかの球が重なり合う領域の内部に部分領域が位置しないと判断した場合にのみ、全ての受信アンテナの受信強度ばらつきに対応して第 1 の距離を補正する補正処理を行ってもよい。

10

【 0 0 9 2 】

また、総和距離算出処理においては、全ての部分領域について、全ての球が重なり合う領域の内部にあるか否かを判断したが、カプセル型内視鏡 3 は、実際には短時間で大きく移動することはないと考えられるため、全ての部分領域ではなく、前回推定したカプセル型内視鏡 3 の位置に合わせて判断対象の部分領域を限定してもよい。前回の総和距離算出処理において全ての球が重なり合う領域として図 1 2 に示す領域 S_e が求められた場合には、この領域 S_e を中心として、カプセル型内視鏡 3 が移動可能である範囲を加えた領域 B_e の部分領域について、総和距離算出処理の各処理を実行して、計算量の低減を図ってもよい。また、もちろん、総和距離算出処理ごとに、前回の総和距離算出処理において求められた全ての球が重なり合う領域に対応させて、分割される部分領域の大きさを変更してもよい。

20

【 0 0 9 3 】

また、実施の形態においては、各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c とカプセル型内視鏡 3 との距離 r_n を求めた後、総和距離算出処理として、カプセル型内視鏡 3 の存在可能領域を複数の部分領域に分割して部分領域の各々に対して各処理を行い、カプセル型内視鏡 3 の位置を決定した場合を例に説明したが、もちろんこれに限らない。たとえば、各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c とカプセル型内視鏡 3 との距離 r_n を求め、図 1 3 に示すように、各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c を中心として各受信アンテナに対応する距離 r_n を半径とする複数の全ての球 $C_a \sim C_c$ が重なり合う領域 S_d を求める。なお、受信アンテナユニット 4 は、カプセル型内視鏡 3 の存在可能領域の一つの境界面である XY 平面上に設けられるため、実際のカプセル型内視鏡 3 が位置すると推定できる球 $C_a \sim C_c$ は、図 1 3 に示すように半球として考えてよい。その後、領域 S_d のうち、各球面との距離の総和が最小となる位置 D_c を、最急降下法、ガウス・ニュートン法などを用いて算出する。

30

【 数 3 】

$$S(x, y, z) = \sum_{n=1}^N (r_n - d_n(x, y, z)) \quad \dots (3)$$

【 0 0 9 4 】

式 (3) において、 r_n は、第 n 受信アンテナの基準位置とカプセル型内視鏡 3 との距離を示し、 $d_n(x, y, z)$ は、第 n 受信アンテナの基準位置と算出対象である位置との距離を示す。なお、カプセル型内視鏡 3 が位置する領域は、各球 $C_a \sim C_c$ からの内部であるため、 $r_n - d_n(x, y, z) \geq 0$ となる $d_n(x, y, z)$ について、算出処理を行えばよい。

40

【 0 0 9 5 】

また、本実施の形態では、3 個の受信アンテナを使用していた場合を例に説明したが、受信アンテナの数は、3 個に限定して解釈する必要はなく、たとえば、図 1 4 のカプセル型内視鏡システム 1 A の受信装置 5 A に接続する受信アンテナユニット 4 A に示すように、8 個の受信アンテナ 4 0 a ~ 4 0 h を配置したシート 4 4 A を用いてもよい。また、複

50

数の受信アンテナの配置は、検査または診断等の目的に応じて任意に変更してもよい。

【0096】

また、本実施の形態では、情報処理装置6が位置情報推定部62と軌跡算出部63とを備え、カプセル型内視鏡3の位置を推定し、軌跡を算出しているが、カプセル型内視鏡システム1の受信装置が、位置情報を推定する推定部と軌跡算出部とを備え、該画像データが撮像されたカプセル型内視鏡3の位置を推定させる構成としてもよい。

【0097】

この場合における受信装置の構成について説明する。図15は、図1に示した受信装置の他の構成を示すブロック図である。

【0098】

図15に示す受信装置5Bは、上述した各第1受信アンテナ40a～第3受信アンテナ40cと、第1受信アンテナ40a～第3受信アンテナ40cを択一的に切り替えるアンテナ切替選択スイッチ部49と、アンテナ切替選択スイッチ部49によって選択された各第1受信アンテナ40a～第3受信アンテナ40cのいずれか一つを介して受信した無線信号に対して復調等の処理を行う送受信回路50と、送受信回路50から出力される無線信号から画像データ等を抽出する信号処理を行う信号処理回路51と、送受信回路50から出力される無線信号の強度に基づいて受信電界強度を検出する受信電界強度検出部52と、第1受信アンテナ40a～第3受信アンテナ40cを択一的に切り替えて第1受信アンテナ40a～第3受信アンテナ40cのいずれかに電力を供給するアンテナ電源切替選択部53と、カプセル型内視鏡3から受信した画像データに対応する画像を表示する表示部54と、指示操作を行う操作部55と、カプセル型内視鏡3から受信した画像データを含む各種情報を記憶する記憶部56と、クレードル6aを介して情報処理装置と相互方向に送受信を行うI/F部57と、受信装置5Bの各部に電力を供給する電源部58と、受信装置5Bの動作を制御する制御部59と、を有する。このうち、制御部59が、図3に示す位置情報推定部62と同様の機能を有する位置情報推定部593と、軌跡算出部63と同様の機能を有する軌跡算出部597とを有する。

【0099】

そして、第1受信アンテナ40aは、アンテナ部41aと、能動回路42aと、アンテナケーブル43aとを有する。アンテナ部41aは、たとえば開放型のアンテナやループアンテナを用いて構成され、カプセル型内視鏡3から送信される無線信号を受信する。能動回路42aは、アンテナ部41aに接続され、アンテナ部41aのインピーダンスマッチングおよび受信した無線信号の増幅や減衰等を行う。アンテナケーブル43aは、同軸ケーブルを用いて構成され、一端が能動回路42aに接続され、他端が受信装置5のアンテナ切替選択スイッチ部49およびアンテナ電源切替選択部53にそれぞれ電氣的に接続される。アンテナケーブル43aは、アンテナ部41aが受信した無線信号を受信装置5に伝送するとともに、受信装置5から供給される電力を能動回路42aに伝送する。なお、第2受信アンテナ40bおよび第3受信アンテナ40cは、第1受信アンテナ40aと同様の構成を有するので、説明を省略する。

【0100】

アンテナ切替選択スイッチ部49は、機械式スイッチまたは半導体スイッチ等を用いて構成される。アンテナ切替選択スイッチ部49は、各第1受信アンテナ40a～第3受信アンテナ40cにコンデンサC1をそれぞれ介して電氣的に接続される。アンテナ切替選択スイッチ部49は、制御部59から無線信号を受信する第1受信アンテナ40a～第3受信アンテナ40cを切り替る切替信号S1が入力された場合、切替信号S1が指示する受信アンテナ40を選択し、この選択した第1受信アンテナ40a～第3受信アンテナ40cを介して受信された無線信号を送受信回路50に出力する。なお、各第1受信アンテナ40a～第3受信アンテナ40cそれぞれに接続されるコンデンサの容量は、コンデンサC1の容量と等しい。

【0101】

送受信回路50は、アンテナ切替選択スイッチ部49によって選択された受信アンテナ

10

20

30

40

50

40 (第1受信アンテナ40a~第3受信アンテナ40c)を介して受信された無線信号に対して所定の処理、たとえば復調や増幅等の処理を行って信号処理回路51と受信電界強度検出部52とにそれぞれ出力する。

【0102】

信号処理回路51は、送受信回路50から入力された無線信号の中から画像データを抽出し、抽出した画像データに対して所定の処理、たとえば各種の画像処理やA/D変換処理等を行って制御部59に出力する。

【0103】

受信電界強度検出部52は、送受信回路50から入力された無線信号の強度に応じた受信電界強度を検出し、検出した受信電界強度に対応する受信電界強度信号(RSSI: Received Signal Strength Indicator)を制御部59に出力する。

10

【0104】

アンテナ電源切替選択部53は、各第1受信アンテナ40a~第3受信アンテナ40cにコイルL1をそれぞれ介して電氣的に接続される。アンテナ電源切替選択部53は、アンテナ切替選択スイッチ部49によって選択された第1受信アンテナ40a~第3受信アンテナ40cに対して電力をアンテナケーブル43(43a~43c)を介して供給する。アンテナ電源切替選択部53は、電源切替選択スイッチ部531と、異常検出部532とを有する。なお、各第1受信アンテナ40a~第3受信アンテナ40cそれぞれに接続されるコイルの電氣的特性は、コイルL1の電氣的特性と等しい。

【0105】

20

電源切替選択スイッチ部531は、機械式スイッチまたは半導体スイッチ等を用いて構成される。電源切替選択スイッチ部531は、制御部59から電力を供給する第1受信アンテナ40a~第3受信アンテナ40cを選択する選択信号S2が入力された場合、選択信号S2が指示する第1受信アンテナ40a~第3受信アンテナ40cを選択し、この選択した第1受信アンテナ40a~第3受信アンテナ40cのみに電力を供給する。

【0106】

異常検出部532は、電力を供給する第1受信アンテナ40a~第3受信アンテナ40cに異常が生じている場合、電力を供給する第1受信アンテナ40a~第3受信アンテナ40cに異常が生じていることを示す異常信号を制御部59に出力する。

【0107】

30

表示部54は、液晶または有機EL(Electro Luminescence)等からなる表示パネルを用いて構成される。表示部54は、カプセル型内視鏡3が撮像した画像データに対応する画像、受信装置5の動作状態、被検体2の患者情報および検査日時等の各種情報を表示する。

【0108】

操作部55は、カプセル型内視鏡3の撮像周期を変更させる等の指示信号を入力することができる。操作部55により指示信号を入力すると、信号処理回路51は、送受信回路50に指示信号を送り、送受信回路50は指示信号を変調して第1受信アンテナ40a~第3受信アンテナ40cから送信する。第1受信アンテナ40a~第3受信アンテナ40cから送信された信号は、アンテナ39により受信され、送受信回路37により復調され、回路基板36は、指示信号に対応して、例えば撮像周期を変更する動作等を行う。

40

【0109】

記憶部56は、受信装置5の内部に固定的に設けられるフラッシュメモリやRAM(Random Access Memory)等の半導体メモリを用いて構成される。また、記憶部56は、カプセル型内視鏡3が撮像した画像データやこの画像データに対応付けされた各種情報、たとえば推定したカプセル型内視鏡3の位置情報、受信電界強度情報および無線信号を受信した受信アンテナを識別する識別情報等を記憶する。さらに、記憶部56は、受信装置5が実行する各種プログラム等を記憶する。なお、記憶部56に対し、外部からメモリカード等の記録媒体に対して情報を記憶する一方、記録媒体が記憶する情報を読み出す記録媒体インターフェースとしての機能を具備させてもよい。

50

【 0 1 1 0 】

I / F 部 5 7 は、通信インターフェースとしての機能を有し、クレードル 6 a を介して情報処理装置と相互方向に送受信を行う。

【 0 1 1 1 】

電源部 5 8 は、受信装置 5 に着脱自在なバッテリーとオンオフ状態を切り替えるスイッチ部とを用いて構成される。電源部 5 8 は、オン状態において受信装置 5 の各構成部に必要な駆動電力を供給し、オフ状態において受信装置 5 の各構成部に供給する駆動電力を停止する。

【 0 1 1 2 】

制御部 5 9 は、CPU (Central Processing Unit) 等を用いて構成される。制御部 5 9 は、記憶部 5 6 からプログラムを読み出して実行し、受信装置 5 を構成する各部に対する指示やデータの転送等を行って受信装置 5 の動作を統括的に制御する。制御部 5 9 は、選択制御部 5 9 1 と、異常情報付加部 5 9 2 と、位置情報推定部 5 9 3 と、軌跡算出部 5 9 7 とを有する。

【 0 1 1 3 】

選択制御部 5 9 1 は、カプセル型内視鏡 3 から送信される無線信号を受信する一つの第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c を選択するとともに、選択した一つの第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c のみに電力を供給する制御を行う。具体的には、選択制御部 5 9 1 は、アンテナ選択のタイミング時には、受信電界強度検出部 5 2 が検出した各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c の電界受信強度に基づいて、画像信号受信タイミング時において、カプセル型内視鏡 3 から送信される画像信号を含む無線信号を受信する一つの受信アンテナ 4 0 を選択するとともに、画像信号受信タイミング時において、選択した第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c のみに電力を供給する制御を行う。選択制御部 5 9 1 は、アンテナ選択のタイミングとして、たとえば 1 0 0 m s e c 毎に、各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c の中から画像信号を含む無線信号を受信する第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c を順次選択するために、受信電界強度検出部 5 2 に各受信アンテナの受信電界強度を検出させてから、選択した一つの第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c のみに電力を供給するためにアンテナ切替選択スイッチ部 4 9 を駆動させる。

【 0 1 1 4 】

異常情報付加部 5 9 2 は、異常検出部 5 3 2 が各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c のいずれか一つで異常を検出した場合、受信アンテナ 4 0 が受信した無線信号に対し、各第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c のいずれか一つに異常が生じていることを示す異常情報を付加して記憶部 5 6 に出力する。具体的には、異常情報付加部 5 9 2 は、第 1 受信アンテナ 4 0 a ~ 第 3 受信アンテナ 4 0 c が受信した無線信号に対して信号処理回路 5 1 が信号処理を行った画像データに、異常情報 (フラグ) を付加して記憶部 5 6 に出力する。なお、位置情報推定部 5 9 3 は、図 3 に示す距離算出部 6 2 1 と同様の機能を有する距離算出部 5 9 4 と、総和距離算出部 6 2 2 と同様の機能を有する総和距離算出部 5 9 5 と、位置決定部 6 2 3 と同様の機能を有する位置決定部 5 9 6 とを備える。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 1 5 】

本発明の受信装置およびカプセル型内視鏡システムは、被検体内に導入したカプセル型内視鏡の位置検出に有用であり、特に、該カプセル型内視鏡が撮像した画像データを画像処理装置で診断処理する場合に適している。

【符号の説明】

【 0 1 1 6 】

- 1 カプセル型内視鏡システム
- 2 被検体
- 3 カプセル型内視鏡

10

20

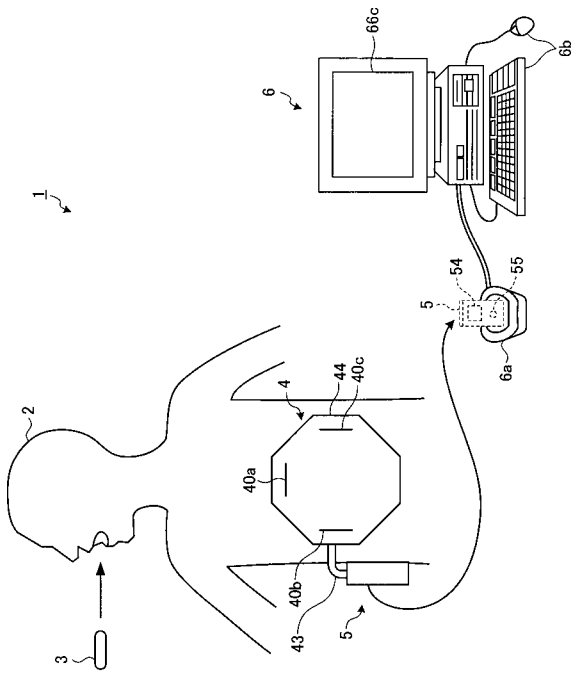
30

40

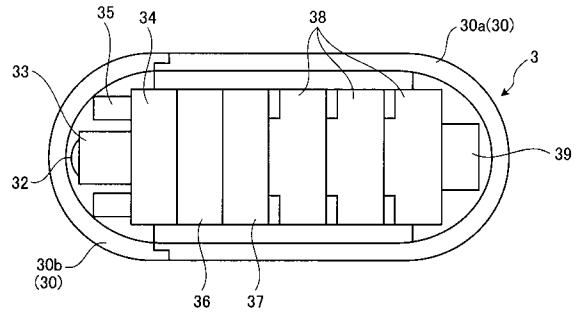
50

4	受信アンテナユニット	
5	受信装置	
6	情報処理装置	
6 a	クレードル	
6 b	操作入力デバイス	
4 0 a ~ 4 0 h	受信アンテナ	
4 1 a ~ 4 1 c	アンテナ部	
4 2 a ~ 4 2 c	能動回路	
4 3 a ~ 4 3 c	アンテナケーブル	
4 4	シート	10
4 9	アンテナ切替選択スイッチ部	
5 0	送受信回路	
5 1	信号処理回路	
5 2	受信電界強度検出部	
5 3	アンテナ電源切替選択部	
5 4	表示部	
5 5	操作部	
5 6 , 6 4	記憶部	
5 7	I / F 部	
5 8	電源部	20
5 9 , 6 1	制御部	
6 2 , 5 9 3	位置情報推定部	
6 3 , 5 9 7	軌跡算出部	
6 5	入力部	
6 6	出力部	
6 6 c	表示部	
5 3 1	電源切替選択スイッチ部	
5 3 2	異常検出部	
5 9 1	選択制御部	
5 9 2	異常情報付加部	30
6 2 1 , 5 9 4	距離算出部	
6 2 2 , 5 9 5	総和距離算出部	
6 2 3 , 5 9 6	位置決定部	

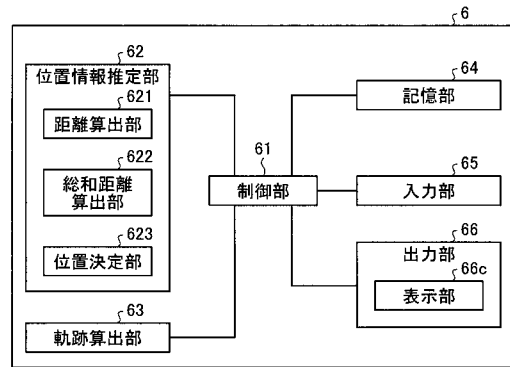
【図1】



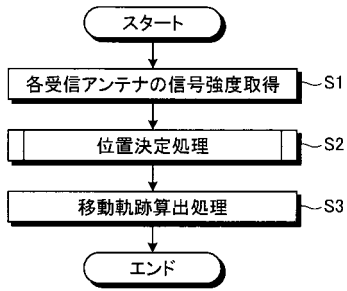
【図2】



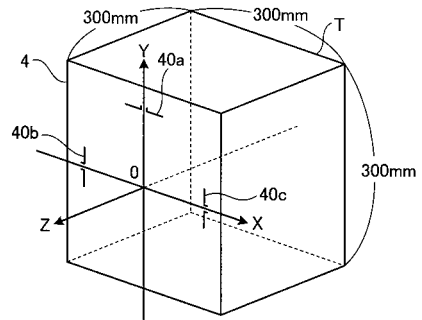
【図3】



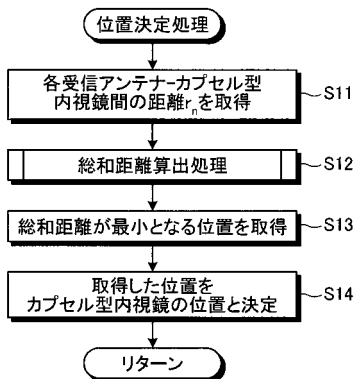
【図4】



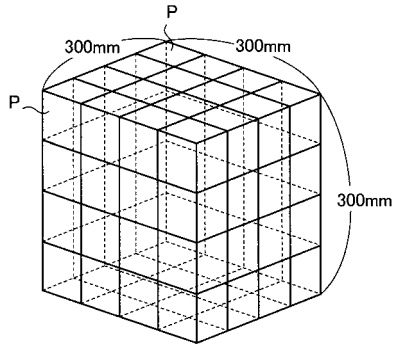
【図6A】



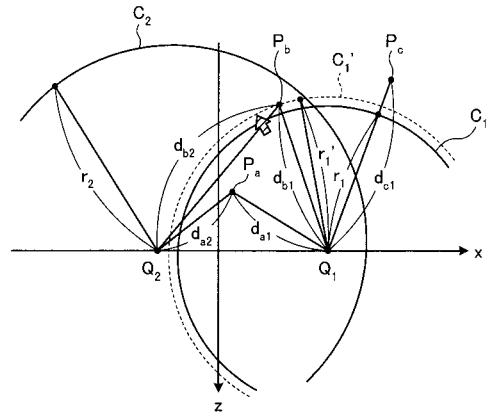
【図5】



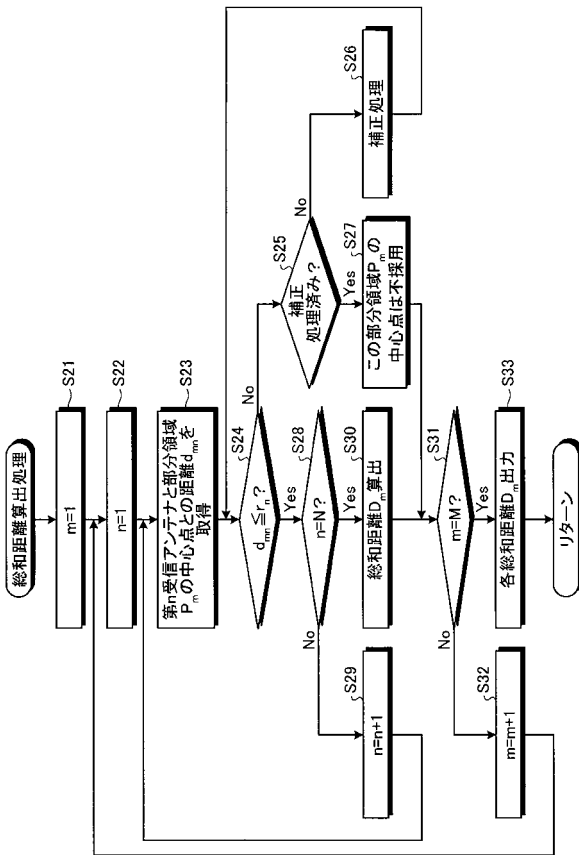
【 図 6 B 】



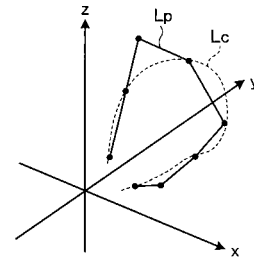
【 図 7 】



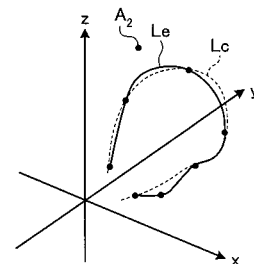
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

審査官 樋熊 政一

- (56)参考文献 特開2003-019111(JP,A)
特表2005-514969(JP,A)
特開2007-000608(JP,A)
特開2006-212051(JP,A)
特表平08-500441(JP,A)
特開平08-000542(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 1/00

专利名称(译)	位置检测设备，胶囊型内窥镜系统和CAPTULE型曝光位置检测		
公开(公告)号	JP5519865B2	公开(公告)日	2014-06-11
申请号	JP2013526784	申请日	2012-06-25
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	檜垣直哉 穂満政敏 長谷川潤		
发明人	檜垣 直哉 穂満 政敏 長谷川 潤		
IPC分类号	A61B1/00 A61B5/07		
CPC分类号	A61B1/041 A61B5/061 A61B5/07 A61B5/42 G01S5/02 G01S5/0221 G01S5/0226 G01S5/14		
FI分类号	A61B1/00.320.B A61B1/00.320.Z A61B5/07		
代理人(译)	酒井宏明		
审查员(译)	棕熊正和		
优先权	2011167063 2011-07-29 JP 2011228556 2011-10-18 JP		
其他公开文献	JPWO2013018464A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种胶囊型内窥镜的位置检测装置，其在减少计算量的同时具有恒定的精度，包括该位置检测装置的胶囊型内窥镜系统，以及该胶囊型内窥镜的位置检测程序。信息处理器6包括位置信息估计单元62，其被配置为基于由多个接收天线接收的信号的每个接收强度来计算多个接收天线中的每一个与胶囊内窥镜之间的第一距离 r_n ，并且被配置为估计作为胶囊型内窥镜的位置，在多个球体重叠的区域内，距球面的距离的总和最小的位置。多个球中的每一个在每个接收天线处具有中心，并且对于每个接收天线具有距离 r_n 的半径。

【3 受信アンテナ 4 数 1】

$$V_n = K \frac{1}{r_n} e^{-\alpha r_n}$$