



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0111074
 (43) 공개일자 2008년12월22일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) Int. Cl.
 <i>A61B 1/00</i> (2006.01) <i>A61B 5/07</i> (2006.01)
 <i>G02B 23/24</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2008-7025457
 (22) 출원일자 2008년10월17일
 심사청구일자 2008년10월17일
 번역문제출일자 2008년10월17일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/058355
 국제출원일자 2007년04월17일
 (87) 국제공개번호 WO 2007/123130
 국제공개일자 2007년11월01일</p> <p>(30) 우선권주장
 JP-P-2006-115958 2006년04월19일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
 올림푸스 메디칼 시스템즈 가부시키가이샤
 일본국 도쿄도 시부야구 하타가야 2초메 43번 2고</p> <p>(72) 발명자
 하세가와, 준
 일본 151-0072 도쿄도 시부야구 하타가야 2초메 43-2 올림푸스 메디칼 시스템즈 가부시키가이샤 내</p> <p>노나미, 테즈오
 일본 151-0072 도쿄도 시부야구 하타가야 2초메 43-2 올림푸스 메디칼 시스템즈 가부시키가이샤 내</p> <p>(74) 대리인
 장수길, 이중희</p> |
|---|---|

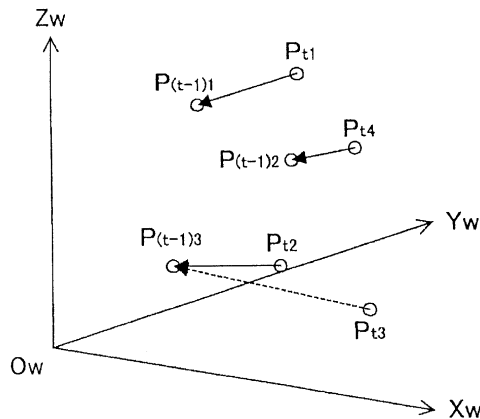
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 캡슐형 의료 장치

(57) 요약

체내를 이동하는 캡슐형 내시경(3)에 내장된 안테나의 위치를 복수의 안테나를 이용하여 추정하고, 인접하는 시각에서 추정된 2개의 위치 P_{ti} , $P_{(t-1)j}$ 의 거리 d_{ij} 가 소정값 이내인 경우에는 이들 위치 정보를 관련지어 메모리에 접속 정보로서 기억한다. 그 후, 메모리에 기억된 접속 정보로부터 경로 탐색을 행하고, 궤적을 산출하는 처리를 행한다.

대표도 - 도8



특허청구의 범위

청구항 1

생체 내에 삽입되고, 안테나를 구비한 캡슐형 체내 장치와,

상기 캡슐형 체내 장치의 안테나로부터 전자파의 신호를 무선으로 송신하는 무선 송신 수단과,

상기 생체 외에 배치되는 복수의 체외 안테나와,

상기 복수의 체외 안테나에 의해 수신한 시각에서의 상기 전자파의 신호로부터 상기 안테나 또는 캡슐형 체내 장치의 위치를 추정하는 추정 수단과,

상기 추정 수단에 의해 추정된 서로 다른 시각의 위치의 것이 복수 추정된 경우에 대하여 설정되는 조건에 따라서 상기 캡슐형 체내 장치가 이동한 궤적을 산출하는 궤적 산출 수단을

을 구비한 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 추정 수단은, 상기 안테나의 위치와 함께 상기 안테나의 방향을 추정하고, 상기 추정 수단에 의해 추정된 위치 및 방향으로부터 계산되는 상기 체외 안테나의 계산값을, 실제로 상기 체외 안테나를 이용한 측정에 의해 검출되는 검출값과 비교하고, 그 비교한 값으로부터 산출되는 상기 위치 및 방향의 갱신값이 소정값 이하로 되도록, 상기 추정 수단에 의한 위치 및 방향의 추정값을 보정하는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 궤적 산출 수단은, 경시적으로 인접하는 2개의 시각에서 각각 추정된 2개의 위치간의 거리가 소정값 이하인 것을 상기 조건으로서 상기 궤적을 산출하는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 궤적 산출 수단은, 경시적으로 처음의 시각에서 추정된 시점으로 되는 위치와 최종의 시각에서 추정된 종점으로 되는 위치 사이에서, 시점과 종점 사이에서 추정된 각 위치를 연결하는 복수의 경로에서의 소정값 이하의 것을 상기 조건으로서 상기 궤적을 산출하는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 궤적 산출 수단은, 상기 캡슐형 의료 장치가 삽입되는 상기 생체를 복수의 소영역으로 분할하고, 경시적으로 인접하는 2개의 시각에서 각각 추정된 2개의 위치가 근접한 관계의 소영역 내에 있는지의 여부를 상기 조건으로서 상기 궤적을 산출하는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 궤적 산출 수단은, 상기 시점과 종점 사이에서 추정된 각 위치를 연결하는 복수의 경로의 길이가 최소로 되는 것을 상기 궤적으로서 산출하는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 궤적 산출 수단은, 상기 시점과 종점 사이에서 추정된 각 위치를 연결하는 복수의 경로에 포함되는 추정된

위치가 최대로 되는 것을 상기 궤적으로서 산출하는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 궤적 산출 수단은, 경시적으로 인접하여 추정된 2개의 위치에 대하여, 상기 2개의 위치간의 거리 정보와, 2개의 위치를 추정할 때에 얻어지는 추정 정보를 포함하는 평가 함수를 정의하고, 이 평가 함수의 값이 소정값 이하로 되는 것을 상기 조건으로서, 상기 궤적을 산출하는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 궤적 산출 수단은, 경시적으로 인접하는 2개의 시각에서 각각 추정된 2개의 위치가 상기 궤적의 후보로 되는 접속 관계에 있는 위치로 되는 것을 상기 조건에 따라서 판정하는 판정 수단과, 상기 접속 관계에 있는 위치로 판정된 정보를 이용하여 접속 관계의 경로를 조사함으로써 상기 궤적을 산출하는 산출 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 캡슐형 체내 장치는, 상기 생체 내의 피사체를 촬상하기 위한 촬상 수단을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 11

제2항에 있어서,

상기 캡슐형 체내 장치는, 상기 생체 내의 피사체를 촬상하기 위한 촬상 수단을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 12

제3항에 있어서,

상기 캡슐형 체내 장치는, 상기 생체 내의 피사체를 촬상하기 위한 촬상 수단을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 13

제4항에 있어서,

상기 캡슐형 체내 장치는, 상기 생체 내의 피사체를 촬상하기 위한 촬상 수단을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 14

제5항에 있어서,

상기 캡슐형 체내 장치는, 상기 생체 내의 피사체를 촬상하기 위한 촬상 수단을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 15

제6항에 있어서,

상기 캡슐형 체내 장치는, 상기 생체 내의 피사체를 촬상하기 위한 촬상 수단을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 16

제7항에 있어서,

상기 캡슐형 체내 장치는, 상기 생체 내의 피사체를 촬상하기 위한 촬상 수단을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 17

제8항에 있어서,

상기 캡슐형 체내 장치는, 상기 생체 내의 피사체를 촬상하기 위한 촬상 수단을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

청구항 18

제9항에 있어서,

상기 캡슐형 체내 장치는, 상기 생체 내의 피사체를 촬상하기 위한 촬상 수단을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 캡슐형 의료 장치.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은, 생체 내에 삽입되어, 촬상 등을 행하는 캡슐형 의료 장치에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 삽입부를 체강 내에 삽입함으로써, 체강 내를 진단 또는 필요에 따라서 처치를 행할 수 있는 내시경은, 의료용 분야 그 외에도 널리 보급되고 있다.
- <3> 또한, 최근에는, 입으로 삼키는 것에 의해, 체강 내를 촬상하여 내시경 검사를 행할 수 있는 캡슐 형상으로 한 캡슐형 체내 장치('캡슐'이라 약기함)를 구비한 캡슐형 의료 장치도 실용화되는 상황으로 되어 있다.
- <4> 캡슐은, 체강 내에 삽입된 경우에는, 통상적으로는 연동 운동 등에 의해 체강 내를 이동하기 때문에, 캡슐에 의해 얻어지는 정보가, 체강 내의 어느 위치에 상당하는 것인지를 아는 것이 바람직한 경우가 있다.
- <5> 이 때문에, 예를 들면 제1 종래예로서 일본 특허 공표 제2003-524448호 공보에서는, 체강 내의 캡슐로부터 안테나를 통해서 무선 송신한 신호를 체외에 배치한 복수의 안테나에서 수신하고, 그 수신 신호의 강도 등에 의해 캡슐의 위치를 산출하는 것을 개시하고 있다.
- <6> 또한, 제2 종래예로서의 일본 특허 공개 제2005-198789호 공보에는, 체강 내의 캡슐의 안테나를 통해서 무선 송신한 신호를 체외에 배치한 복수의 안테나에서 수신하고, 그 수신 신호의 강도 등에 의해 캡슐의 위치 및 방향을 산출하는 것을 개시하고 있다.
- <7> 한편, 캡슐의 위치를 추정하는 경우에서, 노이즈 등 때문에 복수의 위치를 추정하게 될 가능성이 있다. 이와 같이, 캡슐의 위치가 복수 추정 또는 검출된 경우, 상기 제1 및 제2 종래예에서는, 적절하게 궤적을 산출하는 수단 또는 방법을 개시하고 있지 않다.
- <8> 이와 같이 복수의 위치가 추정되도록 한 경우에는, 캡슐 내의 안테나의 각 시각에서의 위치가 정해지지 않으면, 캡슐의 이동 궤적도 정하기 어려워져서, 캡슐에 의해 얻어지는 체내의 정보 등의 이용 가치가 낮아지게 된다.
- <9> 본 발명은 전술한 점을 감안하여 이루어진 것으로, 캡슐형 체내 장치의 위치가 복수 추정된 경우에도 신뢰성이 높은 궤적 및 위치를 산출할 수 있는 캡슐형 의료 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <10> <발명의 개시>
- <11> <과제를 해결하기 위한 수단>
- <12> 본 발명의 캡슐형 의료 장치는, 생체 내에 삽입되어, 안테나를 구비한 캡슐형 체내 장치와, 상기 캡슐형 체내 장치의 안테나로부터 전자파의 신호를 무선으로 송신하는 무선 송신 수단과, 상기 생체 외에 배치되는 복수의 체외 안테나와, 상기 복수의 체외 안테나에 의해 수신한 시각에서의 상기 전자파의 신호로부터 상기 안테나 또는 캡슐형 체내 장치의 위치를 추정하는 추정 수단과, 상기 추정 수단에 의해 추정된 서로 다른 시각의 위치의

것이 복수 추정된 경우에 대하여 설정되는 조건에 따라서 상기 캡슐형 체내 장치가 이동한 궤적을 산출하는 궤적 산출 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

산업상 이용 가능성

<295> 입으로 삼켜지는 것에 의해 체내를 활상하는 등으로 하여 생체 정보를 취득하는 캡슐형 의료 장치에서, 내부에 설치한 안테나로부터 전자파로 체외에 신호를 송신하고, 그 신호를 체외에 설치한 복수의 안테나를 이용하여 수신함으로써, 생체 정보를 취득한 체내에서의 위치를 추정하고, 복수의 위치가 추정된 경우에도 소정의 조건을 더욱 충족하는 것을 추출하는 등에 의해, 신뢰성이 높은 궤적과 위치를 산출 가능하다.

도면의 간단한 설명

- <13> 도 1A는 본 발명의 실시예 1의 캡슐형 내시경 장치 등의 구성을 나타내는 도면.
- <14> 도 1B는 도 1A의 체외 장치가 단말 장치에 접속되는 상태를 나타내는 도면.
- <15> 도 2는 캡슐형 내시경의 내부 구성을 나타내는 개략의 단면도.
- <16> 도 3은 안테나 유닛을 구성하는 복수의 안테나의 배치와 그 안테나에 설정한 좌표계를 나타내는 도면.
- <17> 도 4A는 캡슐형 내시경에서의, 신호의 송수신에 관한 전기계의 구성의 개요를 나타내는 도면.
- <18> 도 4B는 체외 장치에서의, 신호의 송수신에 관한 전기계의 구성의 개요를 나타내는 도면.
- <19> 도 5A는 캡슐형 내시경으로부터 무선에 의해 송신되는 화상 신호 등의 일례를 나타내는 도면.
- <20> 도 5B는 캡슐형 내시경으로부터 무선에 의해 송신되는 화상 신호 등의, 도 5A와는 상이한 예를 나타내는 도면.
- <21> 도 6A는 캡슐형 내시경의 원형 코일에 의한 안테나로부터 송신되는, 임의의 위치에서의 전자계의 성분 등을 극좌표에 의해 나타내는 도면.
- <22> 도 6B는 캡슐형 내시경의 원형 코일에 의한 안테나로부터 송신되는, 임의의 위치에서의 전자계의 성분 등을 직교좌표에 의해 나타내는 도면.
- <23> 도 7은 도 6의 안테나가 발생한 전계를 안테나 유닛의 막대 형상의 안테나에서 받았을 때 검출되는 기전력을 나타내는 도면.
- <24> 도 8은 경시적으로 인접하는 시각에서 추정된 위치를 나타내는 도면.
- <25> 도 9는 인접하는 시각에서 추정된 위치가 미리 설정된 반경의 구내에 있는지의 여부의 모습을 나타내는 도면.
- <26> 도 10은 인접하는 시각에서 추정된 위치에 의해 궤적을 구성하는 경로의 후보로 되는 접속 관계를 결정하는 처리의 플로우차트도.
- <27> 도 11은 도 10의 처리 후에, 궤적을 산출하는 처리 내용을 나타내는 플로우차트도.
- <28> 도 12A는 캡슐형 내시경에 의해 활상된 화상과, 산출된 궤적을 형성하는 위치가 함께 표시된 경우의 표시 상태의 일례를 나타내는 도면.
- <29> 도 12B는 캡슐형 내시경에 의해 활상된 화상과, 산출된 궤적을 형성하는 위치가 함께 표시된 경우의 표시 상태의, 도 12A와는 상이한 예를 도시하는 도면.
- <30> 도 13A는 인체를 기준으로 한 좌표계 $X_W Y_W Z_W$ 를 나타내는 도면.
- <31> 도 13B는 캡슐형 내시경(3)이 존재하는 공간을 복수의 영역으로 분할한 상태를 나타내는 도면.
- <32> 도 14는 인접하는 시각에서 추정된 위치와 소영역과의 관계를 나타내는 도면.
- <33> 도 15는 인접하는 시각에서 추정된 복수의 위치로부터 궤적을 산출하는 후보로 되는 접속 관계를 결정하는 모습을 나타내는 도면.
- <34> 도 16은 인접하는 시각에서 추정된 복수의 위치로부터 궤적을 산출하는 후보로 되는 접속 관계를 결정하는 처리 내용의 플로우차트도.
- <35> 도 17은 도 16의 처리에 의해 제2 메모리에 기억되는 2차원 배열의 정보를 나타내는 도면.

- <36> 도 18은 도 16의 처리 후에 궤적을 산출하는 처리 내용의 플로우차트도.
- <37> 도 19는 도 18의 처리에 의해 제3 메모리에 기억되는 2차원 배열의 정보를 나타내는 도면.
- <38> <발명을 실시하기 위한 최량의 형태>
- <39> 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다.
- <40> <실시예 1>
- <41> 도 1 내지 도 12B은, 본 발명의 실시예 1에 관한 것이다. 도 1A는, 본 발명의 실시예 1의 캡슐형 내시경 장치 등의 구성을 나타내는 도면이다. 도 1B는, 도 1A의 체외 장치가 단말 장치에 접속되는 상태를 나타내는 도면이다. 도 2는, 캡슐형 내시경의 내부 구성을 나타내는 도면이다. 도 3은, 안테나 유닛을 구성하는 복수의 안테나의 배치예와 그 안테나에 설정한 좌표계를 나타내는 도면이다. 도 4A는, 캡슐형 내시경에서의, 신호의 송수신에 관한 전기계의 구성의 개요를 나타내는 도면이다. 도 4B는, 체외 장치에서의, 신호의 송수신에 관한 전기계의 구성의 개요를 나타내는 도면이다.
- <42> 또한, 도 5A는, 캡슐형 내시경으로부터 무선에 의해 송신되는 화상 신호 등의 일례를 나타내는 도면이다. 도 5B는, 캡슐형 내시경으로부터 무선에 의해 송신되는 화상 신호 등의, 도 5A와는 상이한 예를 나타내는 도면이다. 도 6A는, 캡슐형 내시경의 원형 코일에 의한 안테나로부터 송신되는, 임의의 위치에서의 전자계의 성분 등을 극좌표에 의해 나타내는 도면이다. 도 6B는, 캡슐형 내시경의 원형 코일에 의한 안테나로부터 송신되는, 임의의 위치에서의 전자계의 성분 등을 직교 좌표에 의해 나타내는 도면이다. 도 7은, 도 6의 안테나가 발생한 전계를 수신하는 안테나 유닛을 구성하는 막대 형상의 안테나 방향 Da와의 관계를 나타내는 도면이다.
- <43> 또한, 도 8은, 경시적으로 인접하는 시각에서 추정된 복수의 위치를 나타내는 도면이다. 도 9는, 인접하는 시각에서 추정된 위치가 미리 설정된 값의 반경 r_d 의 구 내에 있는지의 여부의 모습을 나타내는 도면이다. 도 10은, 인접하는 시각에서 추정된 위치에 의해 궤적의 후보로 되는 접속 관계를 결정하는 처리 내용을 나타내는 도면이다. 도 11은, 도 10의 처리 후에 궤적을 산출하는 처리 내용을 나타내는 도면이다. 도 12A는, 캡슐형 내시경에 의해 촬상된 화상과, 산출된 궤적을 형성하는 위치가 함께 표시된 경우의 표시 상태의 일례를 나타내는 도면이다. 도 12B는, 캡슐형 내시경에 의해 촬상된 화상과, 산출된 궤적을 형성하는 위치가 함께 표시된 경우의 표시 상태의, 도 12A와는 상이한 예를 나타내는 도면이다.
- <44> 도 1A에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예 1의 캡슐형 내시경 장치(1)는, 환자(2)가 입으로 삼키는 것에 의해 체강 내에 삽입되는 캡슐형 체내 장치로서, 예를 들면 체강 내를 촬상하는 캡슐형 내시경(3)과, 이 환자(2)의 체외에 배치되고, 캡슐형 내시경(3)으로 촬상한 화상 정보를 무선으로 수신하는 안테나 유닛(4)에 접속되는 체외 장치(또는 외부 장치)(5)를 주요부로서 구비하고 있다.
- <45> 도 1B에 도시한 바와 같이, 이 체외 장치(5)는, 크레이들(6)에 장착됨으로써, 퍼스널 컴퓨터 등에 의해 구성되는 단말 장치(7)에 전기적으로 접속된다. 또한, 단말 장치(7)는, 체외 장치(5)에 축적한 화상을 키보드(8a)나 마우스(8b) 등의 입력·조작 디바이스의 조작에 의해 이 단말 장치(7) 내에 입력하고, 입력한 화상을 모니터부(8c)에서 표시하는 것 등이 가능하다.
- <46> 도 1A에 도시한 바와 같이, 캡슐형 내시경(3)을 삼켜서 내시경 검사를 행하는 경우에 사용되는 환자(2)가 입을 제킷(10)에는, 복수의 안테나(11)가 부착된 안테나 유닛(4)이 설치되어 있다.
- <47> 캡슐형 내시경(3)에 의해 촬상된 피사체의 상에 기초한 신호이며, 거기에 내장된 안테나(23)(도 2 참조)로부터 송신된 신호는, 안테나 유닛(4)의 복수의 안테나(11)에서 수신된다. 이것에 의해, 안테나 유닛(4)에 접속된 체외 장치(5)는, 캡슐형 내시경(3)에 의해 촬상된 화상을 보존할 수 있도록 하고 있다.
- <48> 또한, 이 체외 장치(5)는, 예를 들면 상자 형상이며, 그 전면에는 화상 표시를 행하는 액정 모니터(12)와, 지지 조작 등을 행하는 조작부(13)가 설치되어 있다.
- <49> 또한, 체외 장치(5)에는, 배터리 잔량에 관한 경고 표시용의 LED나 조작부(13)로서의 전원 스위치 등만을 설치하는 구성으로 하여도 된다. 또한, 제2 체외 장치로서, 캡슐형 내시경(3)으로부터 송신되는 화상 신호를 처리하고, 비치된 액정 모니터 화상에 표시시키도록 한 도시하지 않은 휴대형의 표시 장치(뷰어)가 접속되도록 하여도 된다.
- <50> 도 2에 도시한 바와 같이, 캡슐형 내시경(3)은, 원통의 후단측을 폐색한 형상을 갖는 외장 부재(14)와, 이 원통

의 선단측에 접촉제에 의해 접속되어 폐색하는 대략 반구 형상으로 등글게 한 돔형 커버(14a)를 갖고 있다. 그 때문에, 캡슐형 내시경(3)의 외장은, 외장 부재(14)와, 커버 부재(14a)가 접속된 상태에서는, 전체적으로 캡슐 형상이면서 수밀 구조로 되어 있다.

- <51> 이 투명한 돔형 커버(14a) 내에서, 원통의 중앙 부근에는, 돔형 커버(14a)를 통해서 입사된 상을 결상하는 대물 렌즈(15)가 렌즈 틀(16)에 부착되어 배치되어 있다. 그리고, 대물 렌즈(15)의 결상 위치에는, 촬상 소자로서 여기에서는 CCD 이미저(17)가 배치되어 있다.
- <52> 또한, 대물 렌즈(15)의 주위에는, 조명계로서, 여기에서는 백색 LED(18)가 4개, 동일 평면 상에 배치되어 있다. 또한, 예를 들면 CCD 이미저(17)의 이면측에는, 백색 LED(18)를 발광 구동시킴과 함께, CCD 이미저(17)를 구동하여 CCD 이미저(17)로부터 입력되는 촬상 신호로부터 화상 신호를 생성하는 신호 처리를 행하는 처리 회로(19)와, 화상 신호를 송신함과 함께, 체외 장치(5)로부터의 신호를 수신하는 기능을 갖는 송수신 회로(20)와, 처리 회로(19) 및 송수신 회로(20)에 전원을 공급하는 버튼형 전지(21)가, 외장 부재(14)의 내부에 배치되어 있다.
- <53> 또한, 버튼형 전지(21)의 후단측, 즉 다른 쪽의 반구 형상 내측에는, 송수신 회로(20)와 접속되고, 전파를 송수신하는 원형 코일(원형의 루프 코일) 형상의 안테나(23)가 배치되어 있다. 또한, CCD 이미저(17), 백색 LED(18)나 각 회로는, 도시하지 않은 기판 상에 설치되고, 각 기판의 사이는 플렉시블 기판에 의해 접속되어 있다.
- <54> 캡슐형 내시경(3)의 처리 회로(19)는, 제어 신호에 의해 CCD 이미저(17)의 촬상의 타이밍을 제어하고, 통상의 촬상에서는 1초간에 2프레임의 화상을 촬상시켜서, 식도와 같이 캡슐형 내시경(3)이 비교적 고속으로 이동하도록 한 부위에서는 예를 들면 15 내지 30프레임의 화상을 촬상시킨다.
- <55> 또한, 안테나(23)는, 체외 장치(5)로부터 보내져 오는 신호를 수신한다. 그리고, 안테나(23)가 수신한 신호는, 송수신 회로(20)에 의해 처리된 후, 처리 회로(19)에 보내진다. 처리 회로(19)는, 보내져 온 신호에 의해 CCD 이미저(17)의 촬상의 타이밍이나 백색 LED(18)의 점등의 ON/OFF 등을 제어한다. 또한, 캡슐형 내시경(3)의 처리 회로(19)에 자석 등의 자성체를 근접시키면 캡슐형 내시경(3) 내의 전원을 ON/OFF 가능한 회로를 조립하고, 환자가 캡슐형 내시경(3)을 삼키기 전에 캡슐형 내시경(3)의 전원을 넣어서 화상을 취득하여도 된다.
- <56> 도 1A에 도시한 환자(2)가 입는 재킷(10)에 부착한 안테나 유닛(4)은, 확대하여 나타내면, 도 3에 도시한 바와 같이, 안테나(11a, 11b, ..., 11i)에 의해 구성된다.
- <57> 캡슐형 내시경(3) 및 체외 장치(5)에서의 송수신하는 부분의 구성은, 도 4A 및 도 4B에 도시한 바와 같다. 도 4A에 도시한 바와 같이 캡슐형 내시경(3)은, (백색 LED(18) 및 CCD 이미저(17)로 이루어지는) 촬상 회로(31)에서 촬상된 피사체의 상에 기초하는 신호를, 처리 회로(19)에서 처리하고, 송수신 회로(20)에서 고주파에의 변조를 실시한 후, 원형의 루프 코일로 이루어지는 안테나(23)로부터 전파에 의해 송신한다.
- <58> 이 안테나(23)로부터 송신되는 신호는, 체외의 안테나 유닛(4)을 구성하는 복수의 안테나(11a, 11b, ..., 11i)에 의해 수신된다. 그리고, 상기 신호는, 복수의 안테나(11a, 11b, ..., 11i)에 접속된 송수신 회로(33)에 의해 복조되며, 신호 처리 회로(34)에 입력된 후, 이 신호 처리 회로(34)에 의해 화상 신호로 변환됨으로써, 액정 모니터(12)에 피사체의 상이 표시됨과 함께, 그 피사체의 상에 대응하는 화상 데이터 등이 메모리(35)에 저장된다.
- <59> 또한, 메모리(35)에 저장된 화상 데이터는, 유저에 의한 조작부(13)로부터의 지시 조작에 의해 액정 모니터(12)에 보낼 수 있다. 이것에 의해, 유저는, 액정 모니터(12)의 표시면에, 과거의 관찰 등에서 취득한 화상을 표시시킬 수도 있다.
- <60> 또한, 본 실시예에서는, 체외 장치(5)에는, 예를 들면 CPU(36)를 이용하여 구성되는 안테나 위치 & 방향 추정부(36a)가 설치되어 있다. 그리고, 이 안테나 위치 & 방향 추정부(36a)는, 캡슐형 내시경(3)에 내장된 안테나(23)의 위치 및 방향을 추정하는 추정 처리를 행함으로써, 그 안테나(23)의 위치 및 방향을 산출한다.
- <61> 후술하는 바와 같이 이 추정 처리는, 초기 상태에서는 적절하게 위치 및 방향을 설정하고, 이들에 대하여 Gauss-Newton법으로 위치 및 방향의 추정 처리를 반복하여 행한다. 그 때, 추정 처리에 의해, 추정 전의 값과의 어긋남량이 작은 값 이하로 될 때까지 반복 추정한다. 환언하면, 본 실시 형태의 체외 장치(5)는, 추정 처리를 행하는 추정 수단과, 그 추정 수단에 의해 추정된 추정값(구체적으로는 위치 및 방향)이 추정 전의 값과 비교하여 그 차분값이 소정값 이하로 되도록 추정값을 갱신 보정하는 갱신 보정 수단을 구비하고 있다.
- <62> 또한, 체외 장치(5)에 설치된 조작부(13)가 조작됨으로써, 촬상 주기를 변경시키는 등의 지시 신호가 신호 처리

회로(34)에 입력되면, 이 신호 처리 회로(34)는, 송수신 회로(33)에 지시 신호를 보낸다. 그리고, 송수신 회로(33)는 상기 지시 신호를 변조하여 안테나(11a, 11b, ..., 11i)로부터 송신한다.

- <63> 안테나(11a, 11b, ..., 11i)로부터 송신된 상기 지시 신호는, 안테나(23)에 의해 수신되고, 송수신 회로(20)에 의해 복조된다. 그리고, 송수신 회로(20)는, 복조한 상기 지시 신호에 대응하여, 예를 들면 활상 주기를 변경하는 동작 등을 행한다.
- <64> 본 실시예에서는, 캡슐형 내시경(3)의 안테나(23)로부터 체외 장치(5)에 활상 회로(31)에서 활상한 화상 신호를 송신하는 경우에는, 예를 들면 도 5A에 도시한 바와 같이, 화상 신호와 함께, 수신 강도를 검출하기 쉽게 하는 수신 강도 검출 신호를 보낸다.
- <65> 즉, 각 1프레임 기간 동안에는, 수신 강도 검출용 신호를 송신하는 검출 기간 Ta와, 화상 신호를 송신하는 화상 신호 기간 Tb가 설정되어 있다. 또한, 강도 검출 기간 Ta에는, 일정한 강도(진폭)의 수신 강도 검출용 신호가 송신된다.
- <66> 그리고, 이 수신 강도 검출용 신호는, 안테나 유닛(4)의 안테나(11a, 11b, ..., 11i)에 의해 수신된 후, 송수신 회로(33)에 입력된다. 송수신 회로(33)는, 수신 강도 검출용 신호를 복조하여 신호 처리 회로(34)에 보낸다. 신호 처리 회로(34)는, 각 안테나(11s)(s=a, b, ..., i)에 의해 수신된 수신 강도 검출용 신호의 강도를 비교하고, 비교 결과로부터 캡슐형 내시경(3)이 송신한 화상 신호를 수신하는데 적합한 안테나를 선택하여 수신한다. 또한, 도 5B와 같이, 수신 강도 검출 신호를 생략하여 화상 신호만을 이용하여 마찬가지로의 비교 처리를 행하도록 하여도 된다.
- <67> 또한, 신호 처리 회로(34)는, 수신하는데 적합한 안테나에 의해 얻어진 화상 신호 및 각 안테나(11s)의 수신 강도 검출용 신호를, 신호 처리 회로(34)에 접속되어 있는 콤팩트 플래시(등록 상표) 등의 불휘발성 메모리(35)에 보냄으로써, 각 신호를 메모리(35)에 저장(기억)한다.
- <68> 이 경우, 화상 신호를 수신하는 안테나로서 복수, 예를 들면 2개의 안테나를 선택하고, 동시에 동일한 내용의 화상 신호가 2개 기록되도록 하여도 된다. 또한, 그 때, 신호 처리 회로(34)는, 기록하는 화상 신호의 강도를 1프레임분 적산하고, 그 적산 결과가 큰 쪽을 메모리(35)에 남기고, 다른 쪽을 소거하도록 하여도 된다.
- <69> 또한, 신호 처리 회로(34)는, 수신에 가장 적합한 안테나에 의해 얻어진 화상 신호를 신호 처리 회로(34)에 접속되는 액정 모니터(12)에 보냄으로써, 캡슐형 내시경(3)에서 활상된 피사체의 상의 화상을 표시시킨다.
- <70> 본 실시예에서는, 상기한 바와 같이, 체외 장치(5)에는, 예를 들면 CPU(36)에 의해 구성되는 안테나 위치 & 방향 추정부(36a)가 설치되어 있다. 그리고, 이 안테나 위치 & 방향 추정부(36a)에 의해, 캡슐형 내시경(3)에 내장된 안테나(23)의 위치 및 방향이 산출된다.
- <71> 또한, 본 실시예에서는, CPU(36)는, 안테나 위치 & 방향 추정부(36a)의 처리 기능에 의해 산출된 시계열적(경시적)으로 얻어진 안테나(23)의 각 위치를 캡슐형 내시경(3)의 위치로 하고, 이들 위치에 대하여, 인접하는 위치 사이의 거리가 소정값 이하의 조건을 충족하였는지 여부의 판정을 행하고, 조건을 충족하는 것을 이용하여 보다 정밀도가 높은 궤적(경로)을 산출하는 궤적 추정부(궤적 산출부)(36b)의 기능도 갖는다.
- <72> 이 안테나 위치 & 방향 추정부(36a)는, 후술하는 바와 같이 안테나(23)의 초기 상태의 위치 및 방향의 초기값(예를 들면, 측정 공간의 중심 위치와 XYZ축 방향 중 어느 한쪽의 방향)을 설정한다.
- <73> 그리고, CPU(36)는, 그 0번째의 갱신값을 이용하여 체외 안테나(11a, 11b, ..., 11i)에 발생하는 전자계의 검출값을 추정하고, 실제로 검출(측정)되는 검출값과의 차인 2승합부터 0번째의 위치 및 방향에 대한 갱신량을 산출한다. 또한, CPU(36)는, 0번째의 위치, 방향 및 0번째의 위치, 방향의 갱신값으로부터 1번째의 위치 및/방향을 산출한다.
- <74> CPU(36)는, 이 1번째의 위치 및/방향을 대하여 마찬가지로의 추정 처리를 반복하여 행하고, 각 추정 전후의 갱신값의 변화량이 충분히 작은 값 이하로 된 갱신값을 안테나(23)의 위치 및 방향으로 하는 추정값 보정 처리를 행한다. CPU(36)는, 이와 같이 하여, 정밀도가 높은 위치 및 방향을 산출한다. 또한, CPU(36)에 의해 산출된 위치 및 방향의 정보는, 예를 들면 메모리(35)에 저장된다.
- <75> 다음으로, 본 실시예에서, 안테나 유닛(4)의 복수의 안테나(11a, 11b, ..., 11i)를 이용하여 검출한 수신 강도 신호로부터 캡슐형 내시경(3)의 위치와 방향을 추정하는 추정 방법에 대하여 설명한다.
- <76> 도 6A에 도시한 바와 같이, 캡슐형 내시경(3) 내에 배치된 원형 코일 또는 원형 루프에 의한 안테나(23)를 기준

으로 한 좌표계 $X_L Y_L Z_L$ 에서, 임의의 위치 $P(x_L, y_L, z_L)$ 에서의 전자계(정전계, 방사 전자계, 유도 전자계의 성분) H_r, H_θ, E_ϕ 는, 다음 식으로 표현된다.

수학식 1

$$H_r = (IS/2\pi) (jk/r^2 + 1/r^3) \exp(-jkr) \cos \theta$$

$$H_\theta = (IS/4\pi) (-k^2/r + jk/r^2 + 1/r^3) \exp(-jkr) \sin \theta$$

$$E_\phi = -(j\omega\mu IS/4\pi) (jk/r + 1/r^2) \exp(-jkr) \sin \theta$$

<77>

<78>

여기에서, H_r 및 H_θ 는, 자계 성분, E_ϕ 는 전계 성분을 나타내는 것으로 한다. 또한, I 및 S 는, 안테나(23)에 흐르는 전류 및 그 안테나(23)를 구성하는 원형 코일의 면적을 나타내는 것으로 한다. 또한, r 은, 안테나(23)와 임의의 위치까지의 거리 $r = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$ 를 나타내고, k 는 $k = \omega(\epsilon\mu)^{1/2}$ (ϵ 는 유전율, μ 는 투자율)을 나타내고, j 는 허수 단위를 나타내는 것으로 한다.

<79>

캡슐형 내시경(3) 내에 배치된 안테나(23)에 의해 발생하는 전자계의 주파수가 높고, 도 1A에 도시한 바와 같이 캡슐형 내시경(3)과, 환자(2)의 체표에 부착된 안테나(11s)와의 거리가 충분히 떨어져 있는 경우에는, 안테나(11s)에 도달하는 전자계는, 방사 전자계의 성분이 가장 커진다(따라서, 정전계 및 유도 전자계의 성분은, 방사 전자계의 성분보다 작아져서, 이들을 무시할 수 있다). 따라서, 수학식 1은, 다음 수학식 2와 같이 된다.

수학식 2

$$H_r = 0$$

$$H_\theta = (IS/4\pi) (-k^2/r) \exp(-jkr) \sin \theta$$

$$E_\phi = -(j\omega\mu IS/4\pi) (jk/r) \exp(-jkr) \sin \theta$$

<80>

<81>

환자(2)의 체표에 부착된 안테나(11s)가 전계를 검출하는 안테나인 것으로 하면, 수학식 2에서 그 검출에 필요한 식은 전계 E_ϕ 로 된다.

<82>

수학식 2의 전계 E_ϕ 는, 방사 전계를 나타내며, 교류 이론에 의한 결과라고 생각된다. 따라서, 전계 E_ϕ 의 순시값은, 수학식 2의 전계 E_ϕ 에 양변에 $\exp(j\omega t)$ 를 곱하여 실부를 추출함으로써 구해진다.

수학식 3

$$E_\phi \exp(j\omega t) = -(j\omega\mu IS/4\pi) (jk/r) \exp(-jkr) \sin \theta \exp(j\omega t)$$

$$= (\omega\mu ISk/4\pi r) (\cos U + j\sin U) \sin \theta$$

<83>

<84>

단, $U = \omega t - kr$ 이다.

<85>

여기에서, 수학식 3의 실부를 추출하면, 전계 E'_ϕ 의 순시값은 다음과 같이 된다.

수학식 4

$$E'_\phi = (\omega\mu ISk/4\pi r) \cos U \sin \theta$$

<86>

<87>

또한, 수학식 4를 도 6B에 도시한 바와 같이 극좌표계(r, θ, ϕ)로부터 직교 좌표계(X_L, Y_L, Z_L)로 변환하면, 그 X_L, Y_L, Z_L 의 전계 성분 E_{Lx}, E_{Ly}, E_{Lz} 는,

수학식 5

$$E_{Lx} = E'_\phi \sin \phi = (\omega\mu ISk/4\pi r^2) \cos U \cdot (-y_L)$$

$$E_{Ly} = E'_\phi \cos \phi = (\omega\mu ISk/4\pi r^2) \cos U \cdot x_L$$

$$E_{Lz} = 0$$

<88>

<89>

로 된다.

<90> 또한, 캡슐형 내시경(3)의 안테나(23)를 기준으로 한 좌표계 $X_L Y_L Z_L$ 에서, 위치 $P(X_L, Y_L, Z_L)$ 을 환자(2)의 몸을 기준으로 한 좌표계 X_W, Y_W, Z_W 로 변환하는 식은,

수학식 6

$$\begin{bmatrix} X_{Lp} \\ Y_{Lp} \\ Z_{Lp} \end{bmatrix} = R^{-1} \begin{bmatrix} X_{Wp} \\ Y_{Wp} \\ Z_{Wp} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X_{WG} \\ Y_{WG} \\ Z_{WG} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{00} & R_{10} & R_{20} \\ R_{01} & R_{11} & R_{21} \\ R_{02} & R_{12} & R_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{Wp} \\ Y_{Wp} \\ Z_{Wp} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X_{WG} \\ Y_{WG} \\ Z_{WG} \end{bmatrix}$$

<91>

<92> 으로 된다. 단, (X_{WP}, Y_{WP}, Z_{WP}) 와 (X_{WG}, Y_{WG}, Z_{WG}) 는 좌표계 X_W, Y_W, Z_W 에서의 위치 P 및 안테나(23)의 위치를 각각 나타낸다. 또한, 수학식 6에서의 우변 제1항에 이용되는 R은, 좌표계 X_W, Y_W, Z_W 와 좌표계 X_L, Y_L, Z_L 의 회전 매트릭스를 나타내고, 다음 식으로 구해진다.

수학식 7

$$\begin{bmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha \cos \beta & -\sin \alpha & \cos \alpha \sin \beta \\ \sin \alpha \cos \beta & \cos \alpha & \sin \alpha \sin \beta \\ -\sin \beta & 0 & \cos \beta \end{bmatrix}$$

<93>

<94> 단, α, β 은 극좌표계의 회전량이다.

<95> 따라서, 환자(2)의 몸을 기준으로 한 좌표계 $X_W Y_W Z_W$ 에서의 임의의 위치 $P(X_{WP}, Y_{WP}, Z_{WP})$ 의 전계 E_W 는,

수학식 8

$$\begin{bmatrix} E_{Wx} \\ E_{Wy} \\ E_{Wz} \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} E_{Lx} \\ E_{Ly} \\ E_{Lz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{Lx} \\ E_{Ly} \\ E_{Lz} \end{bmatrix}$$

<96>

<97> 로 되고, 수학식 5, 6, 7을 수학식 8에 대입함으로써 이하와 같은 전계 E_W 의 수학식 9가 얻어진다.

수학식 9

$$\begin{bmatrix} E_{Wx} \\ E_{Wy} \\ E_{Wz} \end{bmatrix} = \frac{k_1}{r^2} \begin{bmatrix} 0 & (z_{Wp} - z_{WG}) & -(y_{Wp} - y_{WG}) \\ -(z_{Wp} - z_{WG}) & 0 & (x_{Wp} - x_{WG}) \\ (y_{Wp} - y_{WG}) & -(x_{Wp} - x_{WG}) & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \end{bmatrix}$$

<98>

<99> 단, k_1 은 상수, (g_x, g_y, g_z) 는, 안테나(23)의 방향을 나타낸다.

<100> 상기 안테나(23)가 발생한 전계 E_W 를, 안테나 유닛(4)을 구성하는 예를 들면 안테나(11a), 예를 들면 도 7에 도시한 바와 같은 막대 형상의 안테나, 즉 다이폴 안테나에서 받은 경우에 검출되는 기전력 V_a 는, 이하의 식으로 산출 가능하다.

수학식 10

$$V_a = k_2 E_W \cos \gamma = k_2 (E_{Wx} D_{xa} + E_{Wy} D_{ya} + E_{Wz} D_{za})$$

<101>

<102> 단, k_2 는 상수를 나타내고, D_a (도 7 참조)는 환자를 기준으로 한 좌표계에서의 안테나 유닛(4)의 안테나(11a)의 방향(D_{xa}, D_{ya}, D_{za})을 나타내는 것으로 한다.

<103> 그리고, CPU(36)는, 예를 들면 도 3의 배치 상태로 하여 도시되는, 환자(2)의 몸에 복수 배치된, 안테나 유닛(4)의 각 안테나(11s)의 배치 상태에 기초하여, 안테나(23)의 위치와 방향을 반복 개량에 의해 구한다(Gauss-Newton법을 이용한다).

<104> x를 안테나(23)의 위치(x_{WG}, y_{WG}, z_{WG})와, 방향(g_x, g_y, g_z)의 파라미터로 하고, 그 파라미터의 초기값을 $x^{(0)}$ 으로 한다.

<105> 지금, 반복 개량에 의해 k차의 추정값 $x^{(k)}$ 가 얻어지고, 안테나(11s)의 코일에 발생하는 기전력의 모델 함수 $V(x)$ 를 $x^{(k)}$ 의 주위에서 Taylor 전개하면, 그 1차 근사는,

수학식 11

$$V(x) \approx V(x^{(k)}) + \left[\frac{\delta V(x)}{\delta x} \right]_{x=x^{(k)}} (x - x^{(k)})$$

<106>

로 된다.

<107>

<108> 이 때, V_m 을 안테나(11s)의 코일에 의해 측정된 기전력으로 하면, 관측 방정식은,

수학식 12

$$V_m \approx V(x^{(k)}) + \left[\frac{\delta V(x)}{\delta x} \right]_{x=x^{(k)}} (x - x^{(k)}) \text{ 오차 } \sigma$$

<109>

<110> 로 표현된다. 여기에서, 근사 등호는 오차 σ 를 포함한다.

<110>

<111> 또한, 등식 11의 우변 제1항을 좌변으로 이동하면,

수학식 13

$$\Delta V_m^{(k)} \approx A^{(k)} \Delta x^{(k)} \text{ 오차 } \sigma$$

<112>

<113> 로 된다, 단,

수학식 14

$$\Delta V_m^{(k)} = V_m - V(x^{(k)}) = V_m - V_m^{(k)}$$

<114>

수학식 15

$$\Delta x^{(k)} = x - x^{(k)}$$

<115>

수학식 16

$$A_{js} = \left[\frac{\partial V_j(x)}{\partial x_s} \right]_{x=x^{(k)}} \quad (j=1 \sim n, s=1 \sim i)$$

<116>

<117> (행방향: 미지수의 수 n, 열방향: 안테나(11s)의 코일의 수 i)인 것으로 한다. 해 $\Delta x^{(k)}$ 는, 수학식 15로부터,

수학식 17

$$\Delta x^{(k)} = (A^{t(k)} W A^{(k)})^{-1} A^{t(k)} W \Delta V_m^{(k)}$$

<118>

<119> 로 표현된다. 단, A^t 는 A의 전치 행렬, W는 가중치 행렬이다.

<119>

<120> 따라서, 수학식 14로부터 개량한 파라미터의 추정값은

수학식 18

$$x^{(k+1)} = x^{(k)} + \Delta x^{(k)}$$

<121>

로 구해진다.

<122>

도 3에 도시한 바와 같이, 환자에 9개의 안테나(11a, 11b, ..., 11i)를 설치한 경우, 행렬 A는,

<123>

수학식 19

$$A = \begin{bmatrix} \frac{\delta V_a}{x_{wg}} & \frac{\delta V_a}{y_{wg}} & \frac{\delta V_a}{z_{wg}} & \frac{\delta V_a}{g_x} & \frac{\delta V_a}{g_y} & \frac{\delta V_a}{g_z} \\ \frac{\delta V_b}{x_{wg}} & \frac{\delta V_b}{y_{wg}} & \frac{\delta V_b}{z_{wg}} & \frac{\delta V_b}{g_x} & \frac{\delta V_b}{g_y} & \frac{\delta V_b}{g_z} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{\delta V_i}{x_{wg}} & \frac{\delta V_i}{y_{wg}} & \frac{\delta V_i}{z_{wg}} & \frac{\delta V_i}{g_x} & \frac{\delta V_i}{g_y} & \frac{\delta V_i}{g_z} \end{bmatrix}$$

<124>

로 되고, 가중치 행렬 W는,

<125>

수학식 20

$$W = \begin{bmatrix} \sigma_0^2 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_2^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \sigma_8^2 \end{bmatrix}$$

<126>

로 표현된다. 단, 가중치 행렬 W의 $\sigma_j (j=0, 1, \dots, 8)$ 은, 안테나(11j)의 측정 전압의 변동량이며, 예를 들면 환경 노이즈 등이다.

<127>

또한, 제k번째의 ΔV_m 은,

<128>

수학식 21

$$\Delta V_m = \begin{bmatrix} V_m a - V_a(x^{(k)}) \\ V_m b - V_b(x^{(k)}) \\ V_m c - V_c(x^{(k)}) \\ \vdots \\ V_m i - V_i(x^{(k)}) \end{bmatrix}$$

<129>

로 되기 때문에, 캡슐형 내시경(3) 내의 안테나(23)의 위치와 방향은, 다음 수순 (a) 내지 (d)에 의해 구해진다.

<130>

(a) $k=0$ 으로 하고, 안테나(23)의 초기값을 위치($x_{wg}^{(0)}, y_{wg}^{(0)}, z_{wg}^{(0)}$), 방향($g_x^{(0)}, g_y^{(0)}, g_z^{(0)}$)로 한다(예를 들면 안테나(23)를 측정하는 공간의 중심 위치와 Z축 방향의 벡터(0, 0, 1)로 한다).

<131>

(b) 수학식 19, 수학식 20, 수학식 21에 의해 제k번째의 행렬을 계산한다.

<132>

(c) 수학식 18에 의해 제k번째 갱신량 $\Delta x^{(k)}$ 를 계산한다.

<133>

(d) 갱신량 $\Delta x^{(k)}$ 가 작아질 때까지의 처리 (b) 내지 (d)를 반복한다.

<134>

- <135> 이와 같은 추정 처리를 행함으로써, 정밀도가 높은 위치 및 방향의 추정(산출)이 가능하게 된다.
- <136> 또한, 본 실시예에서는 이하에 설명하는 바와 같이 하여, 시계열적으로 추정하여 산출된 위치에 대하여, 궤적 추정부(36b)에서 궤적 추정의 처리가 행해짐으로써, 복수의 위치가 추정되도록 한 경우에도, 정밀도가 높거나 또는 신뢰성이 높은 궤적을 산출한다.
- <137> 상기 위치 및 방향의 추정 처리의 수순에서는, 수신하는 안테나(11)의 개수, 배치 위치, 안테나(23)의 초기값의 위치(x_{wg} , y_{wg} , z_{wg})⁽⁰⁾의 부여 방법 및 노이즈 등에 의해 안테나(23) 또는 캡슐형 내시경(3)의 위치가 복수 추정 되는 경우가 있다. 또한, 안테나(23)는 캡슐형 내시경(3) 내에 고정되어 있으므로, 안테나(23)의 위치가 추정 되면, 캡슐형 내시경(3)의 위치도 결정된다.
- <138> 체강 내에서의 캡슐형 내시경(3)의 움직임이 비교적 작고, 화상을 취득하는 간격이 짧기 때문에, 특정한 시각에서 추정된 위치와 시간적으로 전후하는 시각에서 추정된 위치는, 거의 동일 위치 또는 근접한 위치에 존재한다고 생각된다.
- <139> 따라서, 시간적으로 전후하는 시각에서 추정된 복수의 위치로부터 근접한 조건을 충족하는 위치를 추출함으로써 각 시각에서 추정된 위치의 접속 관계를 구하고, 또한 전체적인 접속 관계의 경로가 최소로 되는 것을 산출하면, 최종적인 궤적 및 각 시각의 올바른 캡슐형 내시경(3)의 위치가 산출 가능하다.
- <140> 도 8에 도시한 바와 같이, 시각 t-1에서 추정된 각 위치를 P(t-1)1, P(t-1)2, ...로 하고, 시각 t에서 추정된 각 위치를 Pt1, Pt2, ...로 한다.
- <141> 이 때, CPU(36)는, 도 9에 도시한 바와 같이, 시각 t에서 추정된 각 위치 Pti(i=1, 2, 3, ...)에 대하여, 캡슐형 내시경(3)의 위치 추정을 행하는 시간 간격의 사이에 캡슐형 내시경(3)이 이동 가능한 거리에 대응하고, 그 값이 미리 설정된 반경 r_d 의 구를 설정한다.
- <142> 그리고, CPU(36)는, 그 구 안에 존재하는 시각 t-1의 추정 위치 P(t-1)j(j=1, 2, 3, ...)을 검출한다. 또한, CPU(36)는, 시각 t에서 추정된 위치 Pti와 검출된 시각 t-1의 추정 위치 P(t-1)j와의 거리 dij를 산출한 후, 이 거리 dij가 최소로 되는 시각 t-1의 추정 위치 P(t-1)j를 구한다.
- <143> CPU(36)는, 시각 t의 각 추정 위치 Pti(i=1, 2, 3, ...)에 가장 근접한 시각 t-1의 추정 위치를 구하고, 그 접속 관계를 기억한다. 예를 들면, CPU(36)는, 시각 t-1의 추정 위치가 기억되어 있는 어드레스 정보 등을 관련지어 접속 정보로서 기억한다.
- <144> 도 8에서, 추정 위치 Pt3에 가장 근접한 시각 t-1의 추정 위치는, P(t-1)3이다. 그러나, 이 2점간의 거리가 r_d 보다 큰 경우, CPU(36)는, 추정 위치 Pt3에 접속되는 시각 t-1의 추정 위치를, 노이즈 등에 기인하는 것으로 판단하고, 추정 위치 Pt3의 접속 관계에 이용하는 정보로서 보존하지 않는다.
- <145> 이와 같이 하여, CPU(36)는, 기록된 모든 데이터에 대하여 위치 추정을 행함으로써, 접속 관계를 구한다. 그리고, CPU(36)는, 마지막에 기억된 추정 위치를 시점, 처음에 기억된 추정 위치를 종점으로 하고, 각 추정 위치가 함께 기억된 접속 정보를 이용하여 시점부터 종점까지의 접속 관계의 경로를 탐색한다. 그리고 CPU(36)는, 얻어지는 경로가 최소로 되는 것을 궤적으로서 산출함과 함께, 그 궤적으로부터 각 시각의 추정 위치를 결정한다.
- <146> 또한, 변형예로서, CPU(36)는, 얻어진 경로에 포함되는 점(추정 위치)의 수가 최대로 되는 경로를 구하고, 그것을 궤적으로 함과 함께, 그 궤적으로부터 각 시각의 추정 위치를 결정하도록 하여도 된다. 이 때, CPU(36)는, 경로에 포함되는 점의 수가 최대로 되는 경로가 복수 산출된 경우에는, 경로 전체의 거리가 최소로 되는 것을 궤적으로 하도록 하여도 된다.
- <147> 다음으로 궤적 추정의 동작을 설명한다. CPU(36)는, 궤적 추정을 행하는 전처리로서, 인접하는 2개의 위치가 궤적을 형성하는 경우의 조건을 충족하는 접속 관계의 위치로 되는지의 여부를 산출(판정)하는 처리를 행한다. 도 10을 따라서 이 접속 관계를 산출하는 처리를 설명한다. 또한, 도 10에서는, 시계열적으로 활상한 동작도 포함시킨 내용으로 하고 있다.
- <148> 접속 관계를 산출하기 위한 처리를 개시하면, 도 10의 스텝 S1에 도시한 바와 같이, 체외 장치(5)의 CPU(36)는, 시각 t를 그 초기값 1, 즉 t=1로 세트한다. 이와 같이, 도 10 및 도 11에 관한 설명에서는, 시각 t를 정수화한 파라미터를 이용하여 간략화하여 설명하도록 한다.
- <149> 그리고, CPU(36)는, 도 10의 스텝 S2에 도시한 바와 같이, 체외 장치(5)측의 안테나(11)에 의해, 그 시각 t에서

얻어진 기전력 V_{mt} (전술한 기전력 V_m 에서 시각 t 의 값인 것을 명시한 표기로 하고 있음)를 취득함과 함께, 기억 수단으로서의 메모리(35)에 그 기전력 V_{mt} 의 값을 기억시킨다.

- <150> 또한, 도 10의 스텝 S3에 도시한 바와 같이, CPU(36)는, 메모리(35)에 저장된(복수의 안테나(11)에 의해 시각 t 에서 취득된) 기전력 V_{mt} 의 값을 이용하여, 캡슐형 내시경(3)의 시각 t 에서의 위치 P_{ti} 를 추정함과 함께, 그 위치 P_{ti} 를 메모리(35)에 기억시킨다.
- <151> 또한, 이하에서 설명하는 바와 같이, 시각 t 에서의 위치 P_{ti} 가 복수 추정되는 경우가 있으며, 그 경우에는, 복수의 위치 P_{ti} 가 메모리(35)에 저장된다. 또한, 얻어지는 위치 P_{ti} 의 수는, 시각 t 가 서로 다르면 일반적으로는 서로 다르다. 이 때문에, 시각 t 의 경우에 얻어지는 위치의 수를 N_i 로 하고, 시각 $t-1$ 의 경우에 얻어지는 위치의 수를 N_j 로 한다.
- <152> 그리고, 다음 스텝 S4에서, CPU(36)는, 시각 t 의 파라미터 값이 초기값 1인지 여부의 판정을 행한다.
- <153> 이 경우에는, 시각 t 의 파라미터 값이 1이므로, 스텝 S5로 진행하고, 파라미터 값을 1개 증대한 후, 스텝 S1 및 스텝 S2의 처리를 행하고, 스텝 S4의 판정 처리에 의해 스텝 S6으로 진행한다. 그리고, 스텝 S6 이후의 처리에서, 각 시각 t 에서 추정(산출)된 노이즈의 영향을 받은 것을 포함하는 위치 P_{ti} 에 대하여, 그 시각 t 의 1개 전의 시각 $t-1$ 에서 추정된 위치 $P_{(t-1)j}$ 의 것을 경로로서 접속하는 처리를 행한다.
- <154> 스텝 S6에서는, 시각 t 에서 추정된 각 위치 P_t 의 전체, 즉 복수 N_i 개의 위치 $P_{ti}(i=1\sim N_i)$ 에서, 그 위치를 나타내는 파라미터 i 를 초기값 1, 즉 $i=1$ 로 설정한다.
- <155> 그리고, 다음 스텝 S7에서, 도 9에 도시한 바와 같이 CPU(36)는, 최소 거리 d_{min} 의 값으로서 규정의 반경 r_d 를 설정한다. 또한, 다음의 스텝 S8에서 CPU(36)는, 시각 $t-1$ 에서 추정된 위치 $P_{(t-1)j}$ 의 것, 즉 복수 N_j 개의 위치 $P_{(t-1)j}(j=1\sim N_j)$ 의 각 위치를 나타내는 파라미터 j 를 초기값 1, 즉 $j=1$ 로 설정한다.
- <156> 그리고, 다음 스텝 S9에서 CPU(36)는, 시각 t 에서 추정된 캡슐형 내시경(3)의 위치 P_{ti} 와, 시각 $t-1$ 에서 추정된 위치 $P_{(t-1)j}$ 의 사이의 거리 d_{ij} 를 산출한다.
- <157> 또한 다음 스텝 S10에서 CPU(36)는, 산출된 거리 d_{ij} 가 스텝 S7에서 미리 설정한 값의 최소 거리 d_{min} 보다 작은지 여부의 판정을 행한다. 그리고, 그 판정 결과가 $d_{ij} < d_{min}$ 의 조건을 충족하지 않는 경우에는, 스텝 S14에서 CPU(36)는, 파라미터 j 가 시각 $t-1$ 에서 추정된 위치 $P_{(t-1)j}$ 의 수 N_j 미만인지 여부의 판정을 행한다. 이 조건에 해당하는 경우에는, CPU(36)는, 스텝 S11에 도시한 바와 같이 파라미터 j 의 값을 1개 크게 하여 스텝 S9로 되돌아가서, 마찬가지로의 처리를 반복한다. 또한, 스텝 S10의 조건을 충족하지 않는 것은, 이하의 수순으로부터 알 수 있는 바와 같이 캡슐형 내시경(3)이 이동한 궤적의 산출 처리에는 사용하지 않는다.
- <158> 한편, 스텝 S10의 조건을 충족하였다고 판정된 경우에는, 스텝 S12에 도시한 바와 같이 CPU(36)는, 최소 거리 d_{min} 의 값을 거리 d_{ij} 에 의해 갱신한다. 또한 다음 스텝 S13에서 CPU(36)는, 캡슐형 내시경(3)의 시각 t 에서 추정된 위치 P_{ti} 에, 이 시각 t 보다 1개 전의 시각 $t-1$ 에서 추정된 위치 $P_{(t-1)j}$ 의 위치 정보를 관련지으면서, 접속 정보로서 메모리(35)에 기억시킨다. 또한, 도 10(도 11 등에서도 마찬가지로)에서는, 캡슐형 내시경을 간단히 '캡슐'이라 약기한다.
- <159> 다음 스텝 S14에서 CPU(36)는, 파라미터 j 가 시각 $t-1$ 에서 추정된 위치 $P_{(t-1)j}$ 의 수 N_j 미만인지의 판정을 행한다. 또한, CPU(36)는, 도 10의 스텝 S14의 조건에 해당하는 경우에는, 스텝 S11을 거쳐서 j 의 값을 1개 크게 하여 스텝 S9로 되돌아가서, 동일한 처리를 반복한다.
- <160> 그리고, CPU(36)는, 이 j 의 값이 수 N_j 에 일치한 경우에는, 다음 스텝 S15로 진행하고, 파라미터 i 가 시각 t 에서 추정된 위치 P_{ti} 의 수 N_i 미만인지의 판정을 행한다. 또한, CPU(36)는, 도 10의 스텝 S15의 조건에 해당하는 경우에는, 스텝 S16으로 진행하고, i 의 값을 1개 크게 하여 스텝 S7로 되돌아간 후, 마찬가지로의 처리를 반복한다.
- <161> 그 후, 이 i 의 값이 수 N_i 에 일치한 경우에는, 스텝 S17로 진행하고, CPU(36)는, 파라미터 t 가 마지막에 측정된 시각 t_{end} 미만인지 여부의 판정을 행한다. 그리고, CPU(36)는, 이 파라미터 t 가 t_{end} 미만이라는 조건에 해당하는 경우에는, 스텝 S5로 되돌아가고, t 의 값을 1개 크게 하여 스텝 S2로 되돌아간 후, 마찬가지로의 처리를 반복한다.
- <162> 이렇게 하여, CPU(36)는, 시각 t 가 최후의 시각 t_{end} 에 일치하면, 이 처리를 종료하고, 도 11에 도시한 바와 같이(도 10의 처리에서 판정된) 접속 관계를 충족하는 위치인 것의 탐색, 즉 경로 탐색(궤적 산출)의 처리를 행함

으로써, 궤적을 산출(추정)한다.

- <163> 도 11에 도시한 경로 탐색의 처리를 개시하면, CPU(36)는, 최초의 스텝 S21에서, 처리를 행하는 시각 t 를, 도 10에 도시한 처리에 이용한 최후의 시각 t_{end} 의 1개 전의 시각인, $t_{end}-1$ 로 세트한다. 그리고, CPU(36)는, 다음 스텝 S22에서, 시각 t 에서 추정된 위치 P_{ti} 의 1개를 나타내는 파라미터 i 를 초기값 1로 세트한다.
- <164> 다음 스텝 S23에서 CPU(36)는, 캡슐형 내시경(3)의 위치 P_{ti} 와 접속 정보를 메모리(35)로부터 읽어낸다. 그리고, 다음 스텝 S24에서 CPU(36)는, 읽어낸 정보에서 접속 정보가 존재하는지 여부의 판정을 행한다.
- <165> 접속 정보가 존재하지 않는 경우에는, 스텝 S29에서 CPU(36)는, 위치의 파라미터 i 가 N_i 미만인지의 판정을 행한다. 이 조건에 해당하는 경우에는, CPU(36)는, 스텝 S25에 도시한 바와 같이 위치의 파라미터 i 를 1개 크게 하여, 그 파라미터 $i+1$ 에서 스텝 S23, S24의 처리를 행한다. 또한, CPU(36)는, 스텝 S24의 판정 처리에서, 접속 정보가 존재하는 경우에는, 스텝 S26의 처리로 진행한다.
- <166> 스텝 S26에서 CPU(36)는, 시각 t 의 다음 시각 $t+1$ (시각 $t=t_{end}-1$ 에서는, $t+1=t_{end}$)의 캡슐형 내시경(3)의 위치 P_{t+1} 과 접속이 있는지의 판정을 행한다. 그리고, CPU(36)는, 접속이 존재하지 않는 경우에는, 스텝 S27로 이행한다. 이 스텝 S27에서 CPU(36)는, 새로운 경로 정보(예를 들면 접속이 중단되어 있다고 하는 경로 정보)를 메모리(35)에 기억시킨 후, 스텝 S29의 조건에 따라서 스텝 S25를 거쳐서 스텝 S23의 처리로 되돌아간다.
- <167> 한편, 스텝 S26의 판정 처리에서, 다음의 시각 $t+1$ 의 캡슐형 내시경(3)의 위치 P_{t+1} 과 접속이 있다고 CPU(36)에 의해 판정된 경우에는, 스텝 S28로 진행한다. 그리고, 이 스텝 S28에서 CPU(36)는, 이 경우에는 접속된 관계로 되어 있는 정보를 경로 정보로서 메모리(35)에 기억시킨다.
- <168> 다음 스텝 S29에서 CPU(36)는, 위치의 파라미터 i 가 N_i 미만인지의 판정을 행한다. 그리고, CPU(36)는, 위치의 파라미터 i 가 N_i 미만인 경우에는, 스텝 S25를 거침으로써, 해당 위치의 파라미터 i 의 값을 1개 크게 한 후, 스텝 S22의 처리로 되돌아간다.
- <169> 이와 같이 하여, CPU(36)는, 파라미터 i 의 값을 1개씩 크게 하면서, 스텝 S22~S29의 처리를 반복하여 행한다. 그리고, 파라미터 i 가 N_i 에 일치하면, 스텝 S30으로 진행한다. 이 스텝 S30에서 CPU(36)는, 시각 t 가 초기값 2 이하인지 여부의 판정을 행한다.
- <170> 시각 t 가 2 이하가 아닌 경우(즉 3 이상인 경우)에는, CPU(36)는, 스텝 S31에 도시한 바와 같이 그 시각 t 의 값을 1개 작게 한 후, 스텝 S22의 처리로 되돌아간다. 그리고, CPU(36)는, 1개 전의 시각 $t-1$ 로 설정하여 마찬가지로의 처리를 반복한다. 이와 같이 하여, CPU(36)는, 시각 t 가 초기값 2로 된 경우에, 이 처리를 종료한다.
- <171> 이와 같은 일련의 처리에 의해, 시각 t 가 초기값 1의 캡슐형 내시경(3)의 위치 P_{ti} 로부터 마지막 시각 t_{end} 의 캡슐형 내시경(3)의 위치 $P_{t_{end}}$ 까지의 경로가 산출된다.
- <172> 그리고, 전술한 바와 같이, CPU(36)는, 이와 같이 하여 시점부터 종점에 걸쳐 얻어진 경로에서의 최소로 되는 경로를 구하고, 그것을 궤적으로 함과 함께, 그 궤적으로부터 각 시각의 추정 위치를 결정한다.
- <173> 또한, 본 실시예의 변형예로서, CPU(36)는, 시점부터 종점에 걸쳐 얻어진 경로에 포함되는 추정된 위치의 수가 최대로 되는 경로를 궤적에 설정하여도 된다. 또한, CPU(36)는, 미리 설정한 거리 r_d 의 값 등에 의해, 경로에 포함되는 점의 수가 최대로 되는 경로가 복수 산출된 경우에는, 경로 전체의 거리가 최소로 되는 것을 궤적으로 하도록 하여도 된다. 또한, CPU(36)는, 그 경우에, 최소로 되는 경로, 즉 궤적으로부터 각 시각의 추정 위치를 결정하여도 된다.
- <174> 또는, CPU(36)는, 경로에 포함되는 점의 수에 의해 경로의 순위 매김을 행하고, 순위 매김의 상위측으로 되는 몇개의 경로에 대해서만 경로 전체의 거리를 구하고, 경로 전체의 거리가 최소로 되는 경로를, 궤적으로서 결정하도록 하여도 된다. 또한, CPU(36)는, 그 경우의 궤적으로부터 각 시각에서의 추정 위치를 결정하도록 하여도 된다.
- <175> 또는, CPU(36)는, 경로에 포함되는 점의 수에 의해 경로를 순위 매김한 경우의 상위측으로 되는 몇개의 경로에 대하여, 위치 추정을 행하였을 때에 얻어지는 코스트값(측정값과 계산값의 잔차의 2승합 등)의 총합을 구하고, 경로 전체의 코스트 값의 총합이 최소로 되는 경로를 궤적으로 하고, 그 궤적으로부터 각 시각의 추정 위치를 결정하여도 된다.
- <176> 이와 같이 하여, 1개의 궤적이 구해진 경우에는, 도 1B에 도시한 모니터부(8c) 등에서, 그 궤적이 표시된다.

- <177> 도 12A 및 도 12B은, 모니터부(8c)에서의 표시예를 나타낸다. 도 12A에서는, 표시면에서의 좌측에는, 체강 내에서의 캡슐형 내시경(3)에서의 추정된 각 위치를 직선으로 접속하고, 체강 내를 이동한 캡슐형 내시경(3)의 궤적을 나타내며, 이 표시면의 우측에는, (예를 들면 좌측에서 커서 등에 의해) 지정된 추정 위치 Pti에서 촬상된 화상이 표시되도록 하고 있다.
- <178> 또한, 표시면의 좌측의 추정된 위치에 의한 궤적의 우측에 나타내는 부호 A, B 및 C는 체강 내에서의 장기의 개략 위치를 나타내고, 구체적으로는 부호 A는 식도, B는 소장, C는 대장을 나타낸다.
- <179> 도 12A에 도시한 표시법 외에, 예를 들면 도 12B에 도시한 바와 같이 표시 하여도 된다.
- <180> 이 경우에는, 인접하는 각 위치간을 스플라인 보간과 같은 보간 처리를 행하여, 각 프레임에서 추정된 캡슐형 내시경(3)의 각 위치를 원활한 곡선으로 접속하도록 표시하고 있다.
- <181> 이와 같이 체강 내에서의 추정된 각 위치와 그에 대응하여 촬상된 화상을 표시 가능하도록 하고 있으므로, 촬상된 화상이 체강 내에서의 어느 위치에서 촬상되었는지를 용이하게 판단할 수가 있어, 효율적으로 진단을 행할 수 있다.
- <182> 또한, 얻어진 화상으로부터 병변부의 가능성이 있어, 그 부위를 보다 상세히 내시경 검사할 필요가 있는 경우에도, 그 위치를 정밀도 좋게 추정할 수 있기 때문에, 원활하고 또한 단시간에 그 부위에 어프로치할 수가 있어, 재검사나 처치 등을 효율적으로 행할 수 있다.
- <183> 본 실시예는, 이하의 효과를 갖는다.
- <184> 안테나 유닛(4)이 갖는 안테나의 개수, 안테나 유닛(4)이 갖는 안테나의 배치 위치, 안테나(23)의 초기값의 위치(x_{wg} , y_{wg} , z_{wg})⁽⁰⁾의 부여 방법 및 노이즈 등에 의해 캡슐형 내시경(3)의 위치가 복수 추정된 경우에도 캡슐형 내시경(3)의 위치를 적절한 방법으로 일의적으로 결정할 수 있어, 궤적을 산출할 수 있다.
- <185> 또한, 소정의 조건을 충족하는 것을 선택하여 궤적을 산출하도록 하고 있으므로, 산출된 궤적 및 궤적 내의 각 위치는, 신뢰성이 높은 것으로 되어, 진단 등에 유효하게 이용할 수 있다.
- <186> <실시예 2>
- <187> 다음에 도 13A 내지 도 15를 참조하여 본 발명의 실시예 2를 설명한다. 본 실시예의 구성은, 실시예 1과 마찬가지로, 실시예 1과는 궤적 추정부에 의한 궤적을 추정하는 프로그램의 처리 내용이 상이하다.
- <188> 본 실시예에서는, 이하에 설명한 바와 같이 캡슐형 내시경(3)에 대한 위치 추정을 행하는 생체를 복수의 영역으로 분할하여, 캡슐형 내시경(3)의 추정된 각 위치가 속하는 영역을 시계열적으로 구한다. 그리고, 추정된 각 위치에 대하여, 시점부터 종점까지의 경로를 구하고, 얻어지는 경로에 포함되는 영역의 수가 최대로 되는 경로를 궤적으로 하는 처리를 행하도록 하고 있다.
- <189> 다음으로, 도 13A 이후를 참조하여 본 실시예의 작용을 설명한다.
- <190> 도 13A는, 인체를 기준으로 한 좌표계 $X_W Y_W Z_W$ 를 나타내는 도면이다. 도 13B는, 캡슐형 내시경(3)이 존재하는 공간을 복수의 영역($x=1, 2, 3, \dots, y=1, 2, 3, \dots, z=1, 2, 3, \dots$)(예를 들면 1번이 2cm인 입방체)으로 분할한 상태를 나타내는 도면이다.
- <191> 실시예 1에서는, 도 9에 도시한 바와 같이, 인접하는 시각 t와 t-1에서의 위치 Pti와 P(t-1)j와의 거리 dij가 거리 r_d 이하인 조건을 충족하는 것을 추출하여, 경로 또는 궤적을 결정하는 접속 정보로 하고 있었다.
- <192> 이것에 대하여, 본 실시예에서는, 연산 처리를 더욱 고속화하기 위해서, 또는 접속 정보로서 남기는 것을 보다 좁혀 들어간다. CPU(36)는, 캡슐형 내시경(3)이 존재하는 공간을 복수의 영역 R_{xyz} 로 분할하여, 시각 t에서 추정된 위치 Pti가 속하는 영역 R_{xyz} 를 조사하고, 추정된 위치가 많이 포함되는 영역을 경로 탐색(또는 궤적 추정)에 이용하는 접속 영역으로 한다.
- <193> 이 경우, CPU(36)는, 시각 t에서 추정된 위치 Pti가 복수의 영역으로 분산된 경우, 가장 많이 존재하는 영역을 접속 영역으로 하여, 그 영역과는 상이한 영역에 속하는 위치는 경로 탐색에 사용하지 않는다. 이렇게 하여, 노이즈 등에 의해 추정된 위치의 수가 많아진 경우에서도, 경로 탐색에 이용하는 위치의 수를 삭감함으로써, 단시간에 궤적을 산출하는 것이 가능하게 된다.

- <194> 또한, CPU(36)는, 시각 t 와 $t-1$ 에서 추정된 위치 P_{ti} 및 $P(t-1)_j$ 가 각각 속하는 영역 R_{xyz} 의 위치 관계에 의해, 접속 영역인지의 여부를 판정한다.
- <195> 구체적으로는, CPU(36)는, 시각 t 와 $t-1$ 에서 추정된 위치 P_{ti} 와 $P(t-1)_j$ 가 각각 속하는 2개의 영역이 동일한 영역 내에 존재하지 않는 경우에는, 인접하는 영역의 관계를 충족하는 영역, 환언하면 근접한 작은 거리 이내로 되도록 한 특정한 영역 관계의 조건을 충족하는 영역만을 캡슐형 내시경(3)의 이동에 의한 접속 영역으로 한다. 그리고, CPU(36)는, 인접하는 관계에 없는, 예를 들면 떨어진 관계의 영역간에 대해서는 접속 영역으로 하지 않는다.
- <196> 도 14는, 시각 $t-1$, 시각 t 에서 얻어진 안테나(11)의 복수의 출력값으로부터 캡슐형 내시경(3)의 위치로서 추정된 각 위치 $P(t-1)_j(j=1, 2, 3, \dots)$, $P_{ti}(i=1, 2, 3, \dots)$ 를 나타내는 도면이다.
- <197> 체외 장치(5)의 CPU(36)는, 추정된 각 위치 $P_{ti}(i=1, 2, 3, \dots)$ 가 포함되는 영역 R_{xyz} 를 구한다.
- <198> 도 14에서는 시각 t 에서는 추정된 위치로서 $P_{t1} \sim P_{t4}$ 로 되고, 시각 $t-1$ 에서는 추정된 위치로서 $P(t-1)_1 \sim P(t-1)_3$ 으로 되어 있다. 이 경우, 위치 P_{t1} 및 P_{t4} 는 영역 R_{122} 에 포함되고, 위치 P_{t2} 는 영역 R_{121} 에 포함되며, 위치 P_{t3} 은 영역 R_{211} 에 포함되어 있다. 또한, 위치 $P(t-1)_1$ 및 $P(t-1)_2$ 는 영역 R_{112} 에 포함되고, 위치 $P(t-1)_3$ 은 영역 R_{111} 에 포함되어 있다.
- <199> 또한, CPU(36)는, 시각 $t-1$ 과 시각 t 의 추정 위치의 공간적인 관계가 접속 정보로서 남기는 접속 영역의 접속 관계의 조건을 충족하였는지 여부를 판정을 행한다. 이 경우, 인접하는 영역인지 여부에 의해 접속 영역인지의 여부를 결정한다.
- <200> 그리고, CPU(36)는, 시각 t 에서 얻어진 영역과 시각 $t-1$ 에 얻어진 영역에서, 접속되는 접속 영역의 정보를 메모리(35)에 기억시킨다. 또한, CPU(36)는, 기억된 모든 데이터에 대하여 추출된 영역과 접속 정보를 기록한다.
- <201> CPU(36)는, 마지막에 기억된 영역을 시점, 처음의 기억된 영역을 종점으로 하고, 추출된 영역과 함께 기억된 접속 정보를 이용하여, 실시예 1에서 설명한 궤적 추정의 처리와 유사한 처리를 행함으로써, 시점부터 종점까지의 경로를 구한다.
- <202> CPU(36)는, 얻어진 경로에 포함되는 영역의 수가 최대로 되는 경로를 구하고, 얻어진 그 경로로부터 각 시각의 추정 위치를 결정한다. 또한, 이 경우의 추정 위치는, 영역의 중심 위치(무게 중심 위치)로 한다.
- <203> 도 14의 구체예에서는, 전술한 바와 같이 시각 t 에서는 위치 P_{t1} 및 P_{t4} 가 영역 R_{122} 에 가장 많이 존재하고, 또한 시각 $t-1$ 에서는 $P(t-1)_1$ 및 $P(t-1)_2$ 가 영역 R_{122} 에 인접하는 영역 R_{112} 에 가장 많이 존재하고 있다.
- <204> 그리고, 이들 영역 R_{122} , R_{112} 가 접속 영역으로 간주된다. 다른 영역에 속하는 위치 P_{t2} , P_{t3} 및 $P(t-1)_3$ 은, 경로 탐색에는 사용되지 않는다.
- <205> 또한, 이들 영역 R_{122} 및 R_{112} 는, 서로 인접하고 있기 때문에, 경로 탐색에 사용되는 접속 영역으로 된다.
- <206> 도 15는, 도 14의 상태에 대하여, 구체적으로 접속 영역을 결정한 모습을 나타내는 것이다. 즉, 도 15는 시각 t 에서 얻어진 영역으로부터 시각 $t-1$ 의 영역과의 접속 관계를 결정하는 모습을 나타내는 도면이다.
- <207> 도 15에서는 추정된 위치가 최대수로 되어, 서로 인접하는 접속 영역 R_{122} , R_{112} 의 경우에는, 시각 t 에서의 추정 위치는 영역 R_{122} 의 중심 위치(무게 중심 위치) Q_{t1} 로 되고, 또한 시각 $t-1$ 에서의 추정 위치는 영역 R_{112} 의 중심 위치(무게 중심 위치) $Q(t-1)$ 로 된다. 또한, 도 15에서는 이들 2개의 접속 영역 R_{112} , R_{122} 를 실선으로 나타내고 있다.
- <208> 이와 같이 하여 CPU(36)는, 시점부터 종점까지의 경로 탐색을 행하여, 최종적으로 1개의 궤적을 산출한다.
- <209> 다음에 도 16을 참조하여 접속 영역을 결정하는 처리를 설명한다. 동작이 개시하면, 처음의 스텝 S41에서 CPU(36)는, 캡슐형 내시경이 존재하는 공간을 복수의 영역 R_{xyz} 로 분할하는 처리를 행한다.
- <210> 그리고, 다음 스텝 S42에서 CPU(36)는, 시각 t 를 초기값 1로 한 후, 다음 스텝 S43에서 안테나(11)에 의해, 그 시각 t 에서 얻어지는 기전력 V_{mt} 를 취득한다.
- <211> 다음 스텝 S44에서 CPU(36)는, 시각 t 에서의 기전력 V_{mt} 의 값을 이용하여 캡슐형 내시경(3)의 위치 P_{ti} 를 추정하고, 메모리(35)에 기억시킨다. 또한, 위치 P_{ti} 는 복수 존재하는 경우가 있기 때문에, 그것을 첨자 i 의 부여

에 의해 구별하여 나타내고 있다.

- <212> 다음 스텝 S46에서 CPU(36)는, 추정된 캡슐형 내시경(3)의 위치 P_{ti} 가 가장 많이 포함되는 영역 R_{xyzt_k} 를 검출하여 메모리(35) 내의 예를 들면 제1 메모리에 기억시킨다. 이 경우, 영역 R_{xyzt_k} 는 복수 존재할 가능성이 있다. 여기에서, 첨자 t 는 시각을 나타내며, k 는 시각 t 에서 검출된 복수의 영역 R_{xyzt} 를 구별하는 파라미터($k=1, 2, \dots, N_k$)를 나타낸다.
- <213> 다음 스텝 S46에서 CPU(36)는, 시각 t 가 초기값인지의 여부, 즉 $t=1$ 인지의 여부의 판정을 행한다. 그리고, $t=1$ 의 경우에는, 스텝 S47에서 CPU(36)는, 메모리(35)의 제1 메모리에 기억한 영역 R_{xyzt_k} 의 정보를 제2 메모리에 기억시키고, 다음 스텝 S48에서 시각 t 를 $t+1$ 로 한 후, 스텝 S43으로 되돌아간다.
- <214> 그리고, CPU(36)는, 스텝 S43 내지 S46의 처리를 행한다. 이 경우에는, CPU(36)는, 스텝 S46의 판정 처리에서 $t=1$ 이 아니라고 판정하고, 스텝 S49의 처리로 진행한다.
- <215> 스텝 S49에서 CPU(36)는, 상기 파라미터 k 를 초기값, 즉 $k=1$ 로 세트한다. 그 후, 다음 스텝 S50에서 CPU(36)는, 또한 파라미터 j 를 초기값, 즉 $j=1$ 로 세트한다.
- <216> 그리고, 다음 스텝 S51에서 CPU(36)는, 영역 R_{xyzt_k} 와 영역 R_{xyzt-1_j} 가 인접하고 있는지 여부의 판정을 행한다. 여기에서, 영역 R_{xyzt-1_j} 는, 시각 $t-1$ 에서 캡슐형 내시경(3)이 검출된 위치 P_{t-1_j} 가 가장 많이 포함된다고 추정된 복수의 영역 R_{xyzt-1} 을 구별하는 파라미터 j ($j=1, 2, \dots, N_j$)를 나타내고 있다.
- <217> CPU(36)는, 스텝 S51에서, 영역 R_{xyzt_k} 와 영역 R_{xyzt-1_j} 가 인접하고 있지 않다고 판정된 경우에는, 또한, 스텝 S54에서, $j < N_j$ 인지 여부의 판정을 행한다. 이 조건에 해당하는 경우, CPU(36)는, 스텝 S52에서 j 를 1개 증대시킨 후, 스텝 S51의 처리를 행한다.
- <218> 그리고, 영역 R_{xyzt_k} 와 영역 R_{xyzt-1_j} 가 인접하고 있다고 판정한 경우에는, 스텝 S53에서 CPU(36)는, 영역 R_{xyzt_k} 와 영역 R_{xyzt-1_j} 가 인접하고 있는 경우의 접속 관계를 메모리(35)의 제2 메모리에 기억시킨다. 도 17은, 영역 R_{xyzt_k} 와 영역 R_{xyzt-1_j} 의 접속 관계를, 2차원 배열에 의해 제2 메모리에 기억시킨 경우의 일례를 나타내는 도면이다.
- <219> 도 17에서는, 영역 R_{xyz} 와, 시각 t 와, 파라미터 k 와의 관계를 2차원 배열로 함으로써, 시각 t 와 $t-1$ 에서의 2개의 영역 R_{xyzt_k} 와 영역 R_{xyzt-1_j} 가 인접하고 있는지 여부의 접속 관계를 간단히 알 수 있도록 하고 있다. 도 17에서, 시간축(시간의 배열 방향으로 되는 종축) 방향에 라인 형상으로 배열한 경우에는, 이들은 인접하고 있는 영역으로 된다.
- <220> 스텝 S53에서 이와 같은 처리를 행한 후, 다음 스텝 S54에서 CPU(36)는, $j < N_j$ 인지 여부의 판정을 행한다. 그리고, CPU(36)는, 이 조건에 해당한다고 판정한 경우에는, 스텝 S52의 처리를 행한 후, 스텝 S51로 되돌아간다.
- <221> 이와 같이 하여, $j \leq N_j$ 까지의 처리가 반복하여 행해진 후, $j > N_j$ 로 되기 때문에, 스텝 S54의 판정 처리를 거쳐서 다음 스텝 S55로 진행한다. CPU(36)는, 스텝 S55에서 $k < N_k$ 인지 여부의 판정 처리를 행하고, 이 조건에 해당하는 경우에는, 다음 스텝 S56에서 k 를 1개 증대시킨 후, 스텝 S50의 처리로 되돌아간다.
- <222> 이와 같이 하여, CPU(36)는, 스텝 S50 내지 스텝 S56까지의 처리를 반복하여 행한다. 그리고, 스텝 S50 내지 스텝 S56까지의 처리를 반복하여 행함으로써 $k > N_k$ 로 되면, CPU(36)는, 스텝 S55의 판정 처리를 거쳐서 스텝 S57로 진행한다.
- <223> 이 스텝 S57에서 CPU(36)는, $t < \text{tend}$ 인지 여부의 판정을 행하고, 이 조건에 해당하는 경우에는 스텝 S48로 되돌아가서, 이 스텝 S48에서 t 를 $t+1$ 로 하여 스텝 S43으로 되돌아간다.
- <224> 이와 같이 하여, CPU(36)는, 스텝 S43 내지 스텝 S57의 처리를 반복한다. 그리고, $t < \text{tend}$ 의 조건에 해당하지 않는 시각으로 되면 이 처리를 종료한다.
- <225> 진술한 일련의 처리에 의해, 인접하는 시각에서의 모든 접속 관계의 정보가 메모리(35)의 제2 메모리에 기억된다. 그리고, CPU(36)는, 도 18에 도시한 바와 같이, 접속 관계의 정보로부터 궤적 탐색의 처리로 진행한다. 이 처리가 개시되면, 처음의 스텝 S61에서 CPU(36)는, 처리를 행하는 시각 t 로 하여 최후의 시각 tend , 즉

$t=tend$ 로 한다.

- <226> CPU(36)는, 스텝 S62에서, $t=tend$ 의 조건을 충족하는지의 판정을 행한다. 그리고, CPU(36)는, 이 조건을 충족하는 경우에는, 스텝 S63에서, 그 시각 $tend$ 에서의 접속 관계의 정보를, 새로운 경로 정보로서, 메모리(35)의 제2 메모리에 기억된 모든 영역 $R_{xyztendk}(k=1, 2, 3 \dots)$ 를 메모리(35)의 제3 메모리에 기억시킨다. 그 후, CPU(36)는, 스텝 S64에서, 시각 t 를 1개 전의 시각 즉 $t=t-1$ 로 설정하여 스텝 S62의 처리로 되돌아간다.
- <227> 이 스텝 S62에서 CPU(36)는, $t=tend$ 의 조건을 충족시키지 않는다고 판정하여 스텝 S65로 진행하고, 파라미터 k 를 $k=1$ 로 세트한 후, 다음 스텝 S66으로 진행한다.
- <228> 이 스텝 S66에서 CPU(36)는, 제2 메모리에, 영역 R_{xyzt_k} 에 인접하는 영역 R_{xyzt-1_j} 가 존재하는지 여부의 판정을 행한다.
- <229> 그리고, CPU(36)는, 인접하고 있지 않다고 판정한 경우에는 스텝 S73으로 진행하고, 또한, 제2 메모리에 영역 R_{xyzt_k} 에 인접하는 영역 R_{xyzt+1_m} 이 존재하는지 여부의 판정을 행한다. 여기서 m 은, 시각 $t+1$ 의 경우에서의 영역 R_{xyzt+1} 이 복수 존재하는 경우, 이들을 구별하는 파라미터를 나타낸다.
- <230> 그리고, CPU(36)는, 인접하고 있지 않다고 판정한 경우에는 스텝 S71로 진행한다. 한편, CPU(36)는, 스텝 S73에서 인접하는 영역 R_{xyzt+1_m} 이 존재한다고 판정한 경우에는 스텝 S70으로 진행하고, 이 정보를 경로 정보로서 제3 메모리에 기억한 후, 다음 스텝 S71로 진행한다.
- <231> 한편, CPU(36)는, 스텝 S66에서 인접하는 영역 R_{xyzt-1_j} 가 존재한다고 판정한 경우에는, 스텝 S68로 진행하고, 또한, 제2 메모리에 영역 R_{xyzt_k} 에 인접하는 영역에 y 가 존재하는 경우의 판정을 행한다. 여기에서, m 은, 시각 $t+1$ 의 경우에서의 영역 R_{xyzt+1} 이 복수 존재하는 경우, 이들을 구별하는 파라미터를 나타낸다.
- <232> 그리고, CPU(36)는, 인접하고 있지 않다고 판정한 경우에는, 스텝 S69에서 그 정보를 새로운 경로 정보로서 제3 메모리에 기억한 후, 스텝 S67의 처리를 거쳐서 스텝 S66으로 되돌아간다.
- <233> 한편, CPU(36)는, 스텝 S68에서, 인접하는 영역 R_{xyzt+1_m} 이 존재한다고 판정된 경우에는, 스텝 S70으로 진행하고, 이 정보를 경로 정보로서 제3 메모리에 기억한 후, 다음 스텝 S71로 진행한다.
- <234> 그리고, 스텝 S71에서 CPU(36)는, $k < N_k$ 의 조건을 충족하는지의 판정을 행하고, 이 조건을 충족하는 경우에는 스텝 S67을 거쳐서 스텝 S66으로 되돌아간다.
- <235> 한편, CPU(36)는, $k < N_k$ 의 조건을 충족하지 않는다고 판정한 경우에는 다음 스텝 S72로 진행하고, 또한 $2 < t$ 의 조건을 충족하였는지 여부의 판정을 행한다. 그리고, CPU(36)는, 이 조건을 충족하는 경우에는, 스텝 S64를 거쳐서 스텝 S62로 되돌아간다.
- <236> 그리고, CPU(36)는, 1개 전의 시각 $t-1$ 로 설정하여 마찬가지로의 처리를 반복한다. 이와 같이 하여, CPU(36)는, 시각 t 가 처음의 시각 $t=1$ 로 된 경우에는 이 처리를 종료한다.
- <237> 이와 같은 처리를 행함으로써, 제3 메모리에는, 예를 들면, 도 19에 도시한 바와 같은 경로 정보가 기억된다. 도 19에서는, 각 행에서 기재된 영역이 가장 많은 행을 추출하고, 영역을 각 시각으로서 접속(연결)한 것이 캡슐형 내시경(3)의 시간적인 경로, 즉 궤적으로 된다.
- <238> CPU(36)는, 이 밖에 이와 같이 하여 경로(궤적)를 산출하는 것이어도 된다. CPU(36)는, 인접하는 영역이 복수 존재하는 경우, 각 영역 내에 포함되는 추정 위치의 코스트값(측정값과 계산값의 잔차인 2승합 등)의 최소값을 구하고, 추출한 영역의 코스트값이 최소인 영역을 접속 영역으로 한다.
- <239> CPU(36)는, 각 영역의 코스트값이 최소인 추정 위치의 정보를, 추출된 영역과 접속 정보와 함께 기록시킨다. 그리고, CPU(36)는, 경로에 포함되는 영역의 수에 의해 경로의 순위매김을 행하고, 상위 몇개의 경로에 대하여 경로 전체의 거리를 구하고, 경로 전체의 거리가 최소로 되는 경로를 궤적으로서 구한다. 또한, CPU(36)는, 코스트값의 총합이 최소로 되는 경로를 구하고, 그것을 궤적으로 하는 것이어도 된다.
- <240> 본 실시예는, 이하의 효과를 갖는다.
- <241> 본 실시예에 의하면, 영역을 설정함으로써, 추정하는 위치의 수가 적어져서, 실시예 1보다도 고속으로 경로의

탐색을 할 수 있다. 그 밖에는, 실시예 1과 마찬가지로 정밀도 좋게, 캡슐형 내시경(3)의 위치 및 궤적을 추정할 수 있다.

- <242> <실시예 3>
- <243> 다음에 본 발명의 실시예 3을 설명한다. 본 실시예의 구성은 실시예 1과 마찬가지로이며, 궤적 추정부의 프로그램의 처리 내용이 상이하다. 본 실시예에서는, CPU(36)는, 이하에 설명한 바와 같이, 다이크스트라법에 의해 궤적 추정의 처리를 행한다.
- <244> 다음에 본 실시예의 작용을 설명한다. 추정 위치 또는 영역과 접속 정보를 구하고, 기록할 때까지는, 실시예 1 또는 2와 마찬가지로이다. 본 실시예에서는, 경로를 결정하는 방법으로서 다이크스트라법을 적용한다. 이 다이크스트라법은, 예를 들면, 데이터 구조와 알고리즘(코로나사(주), 사이트, 니시하라 공저, p.124-p.129)에 기재되어 있다.
- <245> 이 다이크스트라법에서는, 예를 들면 실시예 1에서 시각 t=1부터 tend까지에서 인접하는 시각 t, t-1에서 각각 추정된 각 위치를 노드로서 이들을 라인 L로 연결하는 복수의 경로를 설정하는 처리가 행해진다.
- <246> 그리고, CPU(36)는, 이들에서의 라인 L의 길이 등에 대하여 적당히 가중치 부여를 행하고(물론, 1과 같이 동일한 가중치 부여이어도 됨), 가능으로 되는 모든 경로에 대하여 각각 도중의 경로의 값을 가산한 누적값(코스트값)이 최소로 되는 것을 최종적인 경로, 즉 궤적으로 한다.
- <247> 본 실시예에서는, CPU(36)는, 위치가 추정된 경우, 이들에 대하여 코스트 값을 산출함과 함께, 산출한 코스트값 각각을 비교하는 처리를 행함으로써, 최종적인 경로를 산출할 수 있다. 이 때문에, 본 실시예는, 이하의 효과를 갖는다.
- <248> 본 실시예는, 다이크스트라법을 이용함으로써, 실시예 1 또는 실시예 2보다도 고속으로 경로의 탐색이 가능하다.
- <249> <실시예 4>
- <250> 다음으로 본 발명의 실시예 4를 설명한다. 본 실시예의 구성은 실시예 1과 마찬가지로이며, 궤적 추정부의 프로그램의 처리 내용이 상이하다.
- <251> 본 실시예의 작용으로서, CPU(36)는, 시점부터 종점까지의 경로가 도중에 끊어진 경우에는, 한쪽의 경로의 종점과 다른 쪽 경로의 시점의 거리가 최소로 되도록 경로를 접속한다.
- <252> 본 실시예의 효과로서, 경로가 도중에 끊어진 경우이더라도 시점부터 종점까지 경로를 탐색할 수 있다.
- <253> <실시예 5>
- <254> 다음에 본 발명의 실시예 5를 설명한다. 본 실시예의 구성은 실시예 1과 마찬가지로이며, 궤적 추정부의 프로그램의 처리 내용이 상이하다.
- <255> 본 실시예의 작용으로서, CPU(36)는, 생체의 부위에 관한 선견 정보로부터 추정 위치/영역을 구속한다. 예를 들면, 식도와 같은 부위에서는, 캡슐형 내시경(3)이 입으로부터 위에 거의 직선적으로 이동한다고 생각되기 때문에, 추정되는 위치를 거의 예측할 수 있고, 예측되는 범위 외에서 추정된 위치는, CPU(36)에 의한 처리의 대상으로부터 제외하도록 한다.
- <256> 또한, 캡슐형 내시경의 이동 방향(입으로부터 위(胃)를 향하는 방향)을 예측할 수 있기 때문에, 추정 위치 또는 영역을 접속하는 경우에도, 위로부터 입을 향하는 방향에 접속하는 것은 CPU(36)에 의한 처리 대상으로부터 제외한다.
- <257> 본 실시예의 효과로서, 고속으로 경로의 탐색이 가능하다.
- <258> <실시예 6>
- <259> 다음에 본 발명의 실시예 6을 설명한다. 본 실시예의 구성은 실시예 1과 마찬가지로이며, 궤적 추정부의 프로그램의 처리 내용이 상이하다.
- <260> 다음으로 본 실시예의 작용을 설명한다.
- <261> 수신하는 안테나(11)의 개수, 배치 위치, 안테나(23)의 위치($x_{wg}, y_{wg}, z_{wg}^{(0)}$)의 초기값의 부여 방법 및 노이즈

등에 의해 캡슐형 내시경(3)의 위치가 복수 추정된다. 체강 내에서 화상을 촬상하는 간격이 단시간이며 캡슐형 내시경(3)의 움직임이 비교적 작기 때문에, 특정한 시각에서 추정된 캡슐형 내시경(3)의 위치와 시간적으로 전후하는 시각에서 추정된 캡슐형 내시경(3)의 위치는, 거의 동일 위치 또는 근접한 위치로서 구해진다고 생각된다.

<262> 따라서, CPU(36)는, 시간적으로 전후하는 시각에서 추정된 복수의 캡슐형 내시경(3)의 위치를 거리나 추정시의 코스트 값 등을 조건으로 하여 각 시각에서 추정된 캡슐형 내시경(3)의 위치를 접속하고, 전체적인 접속 상태에서부터 각 시각의 캡슐형 내시경(3)의 위치를 구한다.

<263> CPU(36)는, 도 8에 도시한 바와 같이 시각 t-1에서 추정된 위치를 P(t-1)_j(j=1, 2, ..., N_j), 시각 t에서 추정된 위치를 P_t_i(i=1, 2, ..., N_j)로 한다. 또한, CPU(36)는, 시각 t-1, 시각 t에서 추정된 위치 P(t-1)_j, P_t_i에 대하여 평가 함수 h_{(t-1)_j, t_i}를 이하와 같이 설정한다.

$$h_{(t-1)j, ti} = d_{(t-1)j, ti} + w(\text{cost}_{(t-1)j} + \text{cost}_{ti})$$

$$d_{(t-1)j, ti} = [(P_{xti} - P_{xt(t-1)j})^2 + (P_{yti} - P_{yt(t-1)j})^2 + (P_{zti} - P_{zt(t-1)j})^2]^{1/2}$$

<264> 단, d_{(t-1)_j, t_i}는 각 추정된 위치의 거리를 나타내고, cost_{(t-1)_j}, cost_{t_i}는 위치를 추정할 때에 얻어지는 코스트값을 나타내고, w는 가중 계수를 나타낸다. 이 w는, 예를 들면 거리 3cm로 위치 추정시의 최소 코스트 cost_{min}의 3배의 값에 의해 구한다.

<266> 즉,

<267> $w=0.03/(3\text{cost}_{\min})$

<268> 로 하고 있다. CPU(36)는, 시각 t-1, 시각 t에서 추정된 위치 P(t-1)_j, P_t_i의 모든 조합에 대하여 평가 함수의 값을 구한다. 그리고, CPU(36)는, 평가 함수의 값이 작은 순으로 배열하고, 그 경우의 가장 작은 값의 것부터 상위 몇개를 추출하여, 기억한다.

<269> 예를 들면, CPU(36)는, 평가 함수에 대하여 임계값을 판정하고, 평가 함수의 값이 임계값 이상인 경우, 접속 정보와 평가 함수의 값은 기억하지 않는다. 또한, CPU(36)는, 2점간의 거리가 큰 경우, 예를 들면, 5cm 이상으로 되는 경우에는 평가 함수의 산출을 중지하고, 접속 정보 등의 기억을 행하지 않는다.

<270> 마지막으로, CPU(36)는, 접속 정보와 함께 기억된 캡슐형 내시경(3)의 위치를 시점으로서, 접속 정보에 따라서 각 시각의 추정 위치를 접속하고, 평가 함수의 값의 합계를 산출한다. CPU(36)는, 접속이 가장 긴 루트를 추출함으로써 각 시각의 캡슐형 내시경(3)의 위치로서 궤적을 구한다. 또한, CPU(36)는, 루트가 복수 구해진 경우, 평가 함수의 합계가 작은 루트부터 각 시각의 캡슐형 내시경(3)의 위치를 추정한다. 루트가 모두 도중에 끊어진 경우(평가 함수가 모두 임계값 이상, 또는 거리가 5cm 이상 등), CPU(36)는, 끊어진 시각을 시점으로 하여 상기 마찬가지로의 처리를 행하고, 끊어진 부분 사이의 접속은 실시예 4와 마찬가지로 한쪽 경로의 종점과 다른 쪽의 시점의 거리가 최단으로 되도록 접속한다.

<271> CPU(36)는, 시각 t-1, 시각 t에서 추정된 위치 P(t-1)_j, P_t_i의 모든 조합에 대하여 평가 함수의 값을 구한다. 그리고, CPU(36)는, 평가 함수의 값이 작은 순으로 배열하고, 그 경우의 가장 작은 값의 것부터 상위 몇개를 추출하여, 기억한다.

<272> 예를 들면, CPU(36)는, 평가 함수에 대하여 임계값을 판정하고, 평가 함수의 값이 임계값 이상인 경우, 접속 정보와 평가 함수의 값은 기억하지 않는다. 또한, CPU(36)는, 2점간의 거리가 큰 경우, 예를 들면, 5cm 이상으로 되는 경우에는 평가 함수의 산출을 중지하고, 접속 정보 등의 기억을 행하지 않는다.

<273> 본 실시예는, 이하의 효과를 갖는다.

<274> 본 실시예에 의하면, 수신하는 안테나(11)의 개수, 배치 위치, 안테나(23)의 초기 위치(x_{wg}, y_{wg}, z_{wg})⁽⁰⁾의 부여 방법 및 노이즈 등에 의해 캡슐형 내시경(3)의 위치가 복수 추정된 경우에도 캡슐형 내시경(3)의 위치를 일의적으로 결정할 수 있다. 또한, 본 실시예에 의하면, 2점간의 거리, 코스트 값을 이용하여 평가 함수를 설정하고 있기 때문에, 이 평가 함수를 이용하여 정확한 캡슐형 내시경(3)의 위치를 추정할 수 있다.

<275> <실시예 7>

<276> 다음에 본 발명의 실시예 7을 설명한다. 본 실시예의 구성은 실시예 1과 마찬가지로이며, 궤적 추정부의 처리 내용이 상이하다

<277> 다음으로 본 실시예의 작용을 설명한다.

<278> 전술한 바와 같이 도 13B는, 캡슐형 내시경(3)이 존재하는 공간을 복수의 영역 $R_{xyz}(x=1, 2, 3 \dots, y=1, 2, 3, \dots, z=1, 2, 3, \dots)$ 로 분할한 상태를 나타내는 도면이다. 또한, 도 14는, 시각 t-1, 시각 t에서 얻어진 안테나(11)의 복수의 출력값으로부터 캡슐형 내시경(3)의 추정된 각 위치 $p(t-1)_j(j=1, 2, 3, \dots), P_{ti}(i=1, 2, 3, \dots)$ 을 나타내는 도면이다.

<279> CPU(36)는, 시각 t에서 추정된 위치 $P_{ti}(i=1, 2, 3, \dots)$ 가 포함되는 영역 R_{xyz} 를 구한다. 또한, CPU(36)는, 시각 t-1에서 얻어진 영역과 접속하는 경우, 이하의 평가 함수를 산출한다.

$$h_{(t-1)_j, ti} = d_{(t-1)_j, ti} + w_1(\text{cost}_{(t-1)_j} + \text{cost}_{ti} + w_2 / (n_{Q_{1mn}} + n_{Q_{lm+1n}}))$$

$$d_{(t-1)_j, ti} = [(Q_{xmn} - Q_{xlm+1n})^2 + (Q_{ymn} - Q_{ylm+1n})^2 + (Q_{zmn} - Q_{zlm+1n})^2]^{1/2}$$

<281> 단, $d_{(t-1)_j, ti}$ 는, 각 추정된 위치가 포함되는 영역 R_{xyz} 의 무게 중심 위치 Q_{t-1} 과 Q_t 의 사이의 거리를 나타내고, 또한, $\text{cost}_{(t-1)_j}$ 및 cost_{ti} 는, 위치를 추정할 때에 얻어지는 코스트값을 나타내고, 또한, w_1 및 w_2 는, 가중 계수를 나타낸다. 예를 들면, w_1 은, 거리 3cm로 위치 추정시의 최소 코스트의 3배의 값에 의해 구해지는 값이며, w_2 은 분할한 영역의 수와 각 영역에 포함되는 추정 위치의 수($n_{Q_{1mn}}, n_{Q_{lm+1n}}$)에 의해 구해지는 값이다.

<282> 즉, 가중 계수 w_1 및 w_2 는,

$$w_1 = 0.03 / (3 \text{cost}_{\min})$$

$$w_2 = 1000.0$$

<284> 로서 표현되는 값이다.

<285> CPU(36)는, 상기 평가 함수에 의해 추출된, 시각 t-1 및 시각 t의 추정 위치의 접속 관계를, 분할된 영역간에서 결정한다. 또한, 접속은, 인접하는 영역간의 이동만으로 한다. 또한, 인접하는 영역이 복수 존재하는 경우에는, 영역 내에 포함되는 추정 위치의 수가 많은 영역을 접속 영역으로 한다. 도 15에, 시각 t에 얻어진 영역으로부터 시각 t-1의 접속의 상태를 나타낸다. CPU(36)는, 시각 t에서 얻어진 영역과 시각 t-1에 접속되는 영역의 정보를 기록한다. 또한, CPU(36)는, 기록된 모든 데이터에 대하여 추출된 영역과 접속 정보를 기록한다.

<286> CPU(36)는, 실시예 2와 마찬가지로 마지막에 기억된 영역을 시점, 처음에 기억된 영역을 종점으로 하고, 추출된 영역과 함께 기억된 접속 정보를 이용하여, 시점부터 종점까지의 경로를 구한다. CPU(36)는, 얻어진 경로에 포함되는 영역의 수가 최대로 되는 경로를 구하고, 얻어진 경로로부터 각 시각의 추정 위치를 결정한다. 또한, 이 경우의 추정 위치는, 영역의 중심 위치(무게 중심 위치)로 한다.

<287> CPU(36)는, 인접하는 영역이 복수 존재하는 경우, 각 영역 내에 포함되는 추정 위치의 코스트값(측정값의 계산값의 잔차의 2승합 등)의 최소값을 구함과 함께, 추출한 영역의 코스트값이 최소인 영역을 접속 영역으로 한다.

<288> 그리고, CPU(36)는, 각 영역의 코스트값이 최소인 추정 위치의 정보를 추출한 영역과 접속 정보와 함께 기록한다. 또한, CPU(36)는, 경로에 포함되는 영역의 수에 의해 경로의 순위매김을 행하고, 상위 몇개의 경로에 대하여 경로 전체의 거리를 구하고, 경로 전체의 거리가 최소로 되는 경로를 구한다. 또한, CPU(36)는, 코스트값의 총합이 최소로 되는 경로를 구해도 된다.

<289> 본 실시예는, 이하의 효과를 갖는다.

<290> 본 실시예에 의하면, 영역을 설정함으로써 추정 위치의 수가 적어지기 때문에, 실시예 1보다도 고속으로 경로의 탐색이 가능하다.

<291> 또한, 전술한 각 실시예 등에서, 추정된 안테나(23)(또는 캡슐형 내시경(3))의 위치 외에, 방향의 정보를 이용하여 궤적을 산출하는 처리에 이용하여도 된다. 이와 같이 방향 정보도 이용하면, 위치만의 경우보다도 정밀도가 높거나 또는 신뢰성이 높은 궤적 및 위치의 산출이 가능하게 된다.

<292> 또한, 전술한 각 실시예에서, 상이한 실시예를 부분적으로 조합하는 등으로 하여 구성되는 실시예도 본 발명에

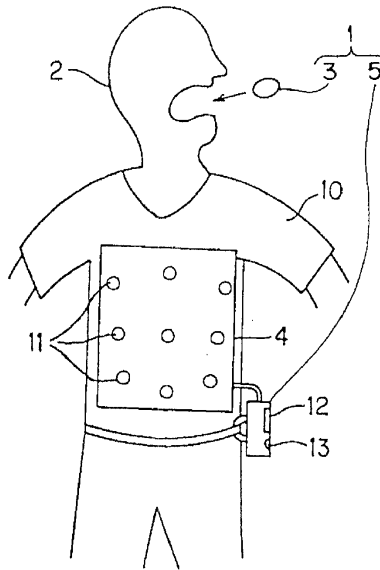
속한다. 또한, 본 발명의 요지를 변경하지 않고, 일부를 변형한 것도 본 발명에 속한다.

<293> 또한, 전술한 예에서는, 생체 내에서의 생체 정보로서, 체강 내를 광학적으로 관찰한 화상 정보를 취득하는 경우로 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것이 아니라, 예를 들면 pH 센서를 설치하여 pH를 산출하는 캡슐형 의료 장치에도 적용 가능하다. 이 밖에, 약액과 그 약액을 산포하는 수단을 설치하여 의료 행위를 행할 수 있도록 하여도 된다.

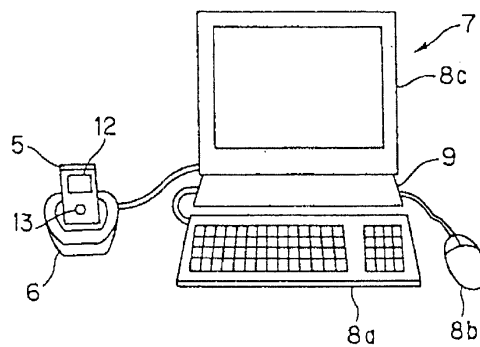
<294> 본 출원은, 2006년 4월 19일에 일본에 출원된 특허 출원 제2006-115958호를 우선권 주장의 기초로서 출원하는 것이며, 상기한 개시 내용은, 본원 명세서, 청구의 범위, 도면에 인용된 것으로 한다.

도면

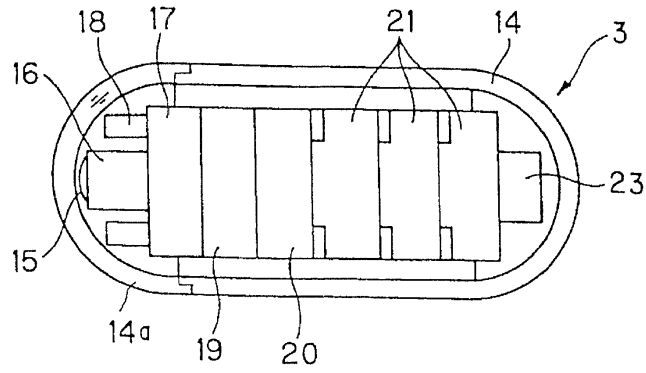
도면1A



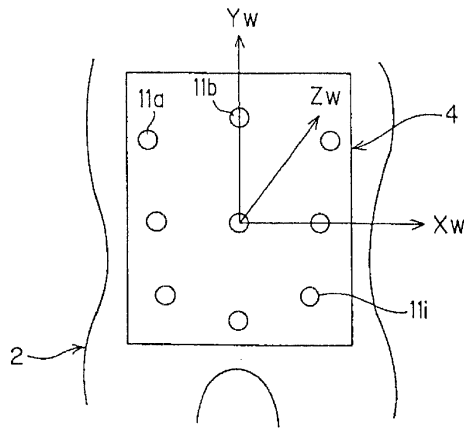
도면1B



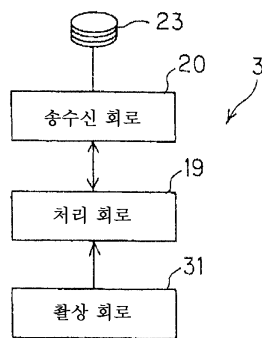
도면2



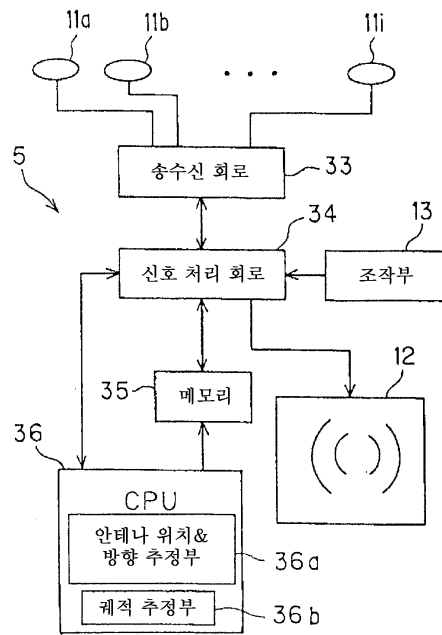
도면3



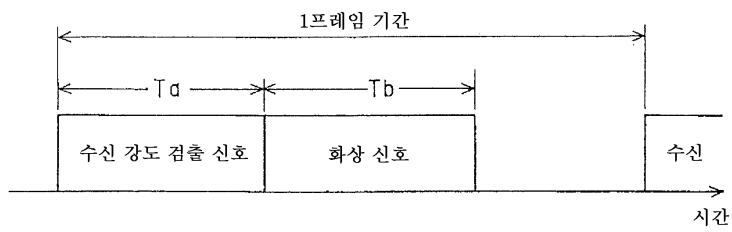
도면4A



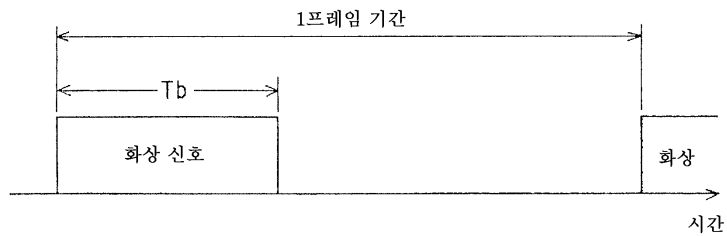
도면4B



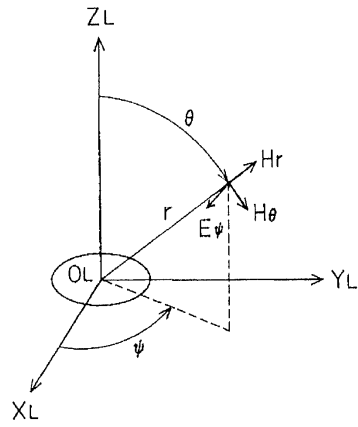
도면5A



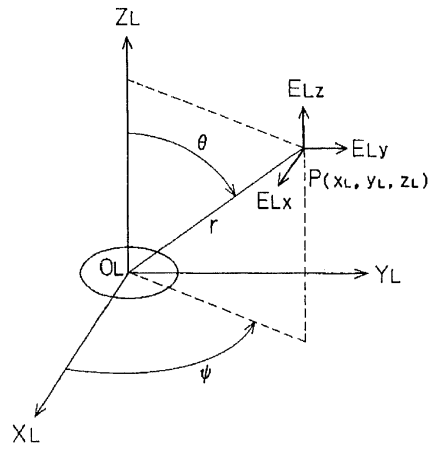
도면5B



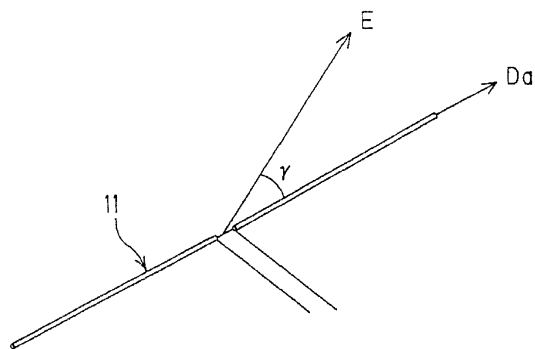
도면6A



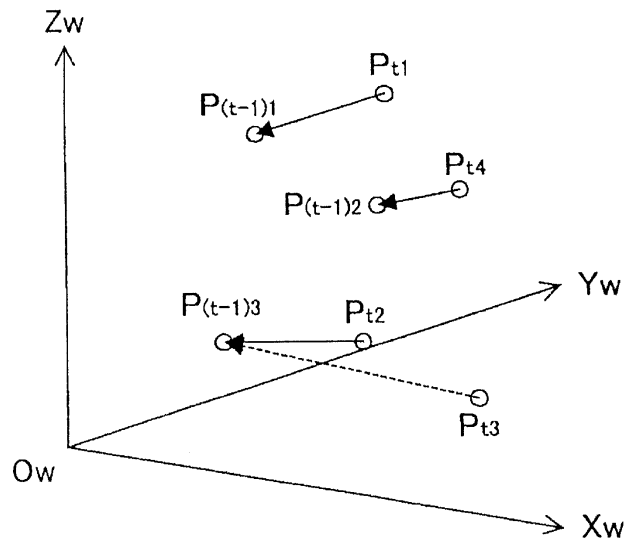
도면6B



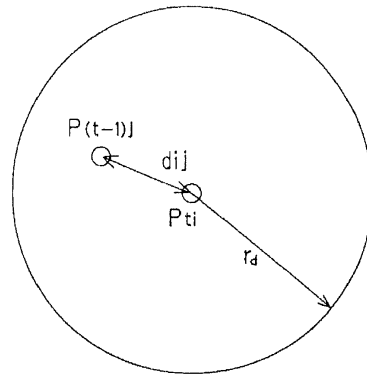
도면7



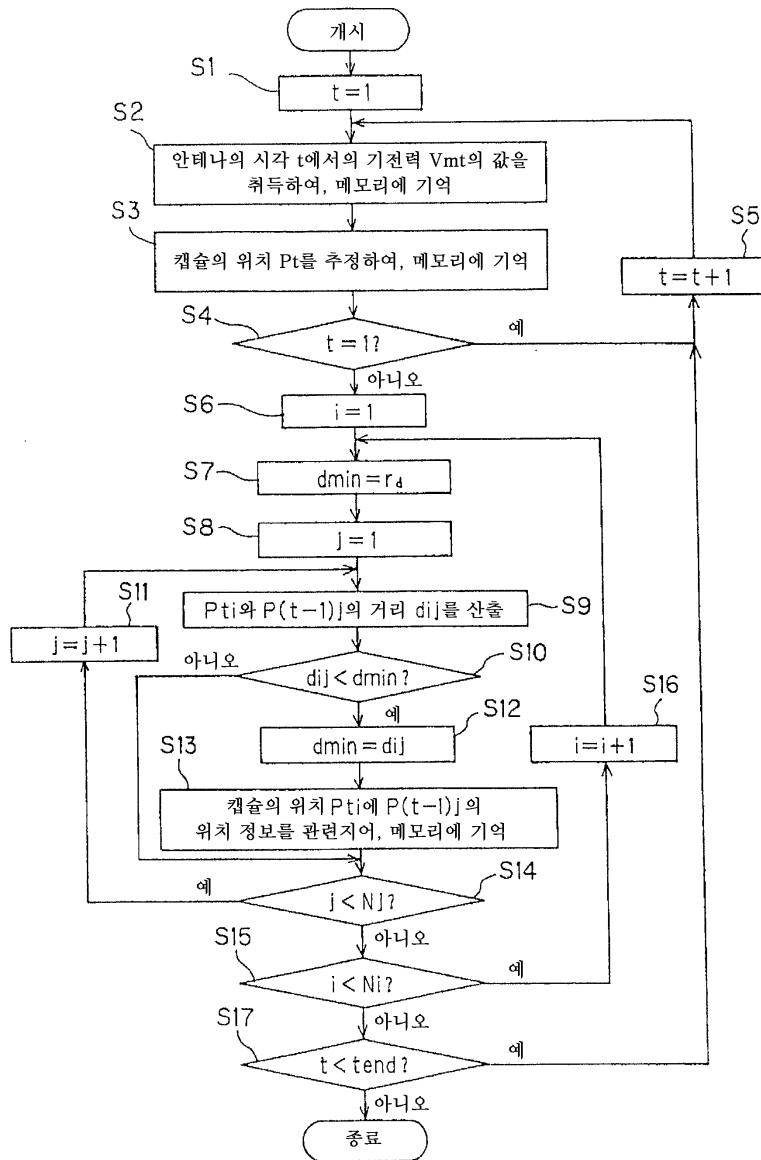
도면8



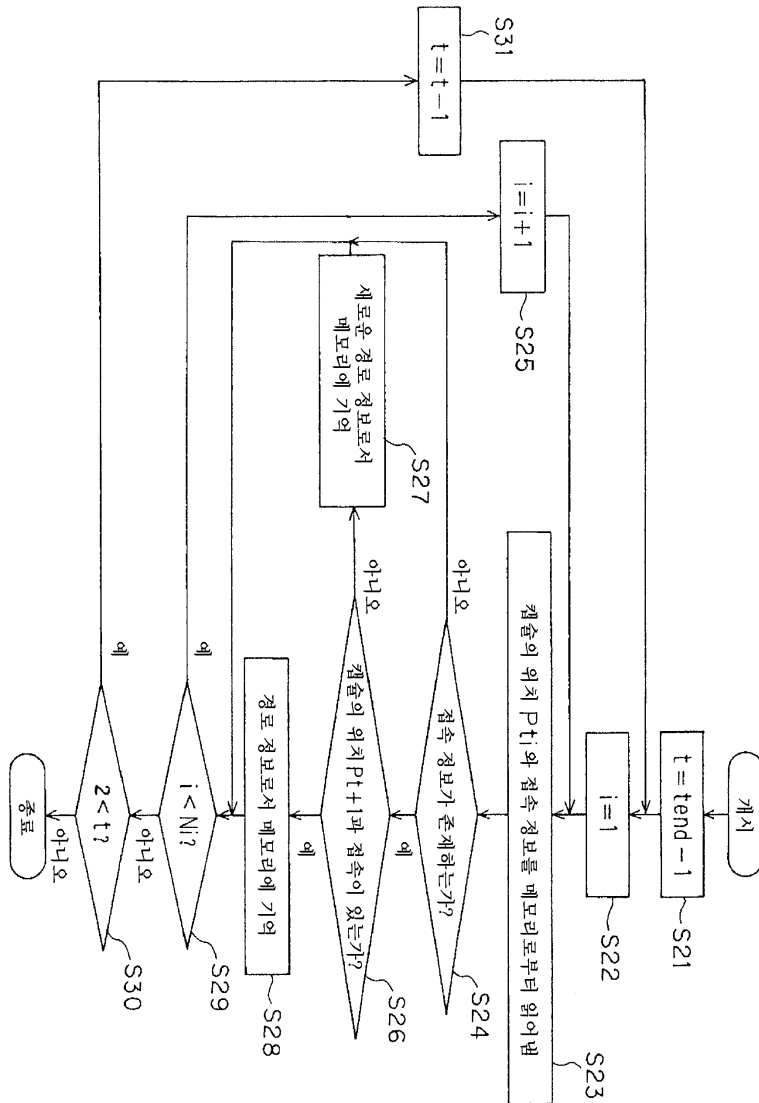
도면9



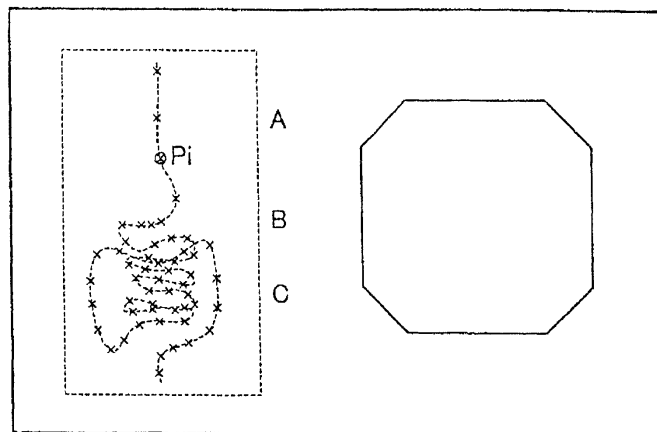
도면10



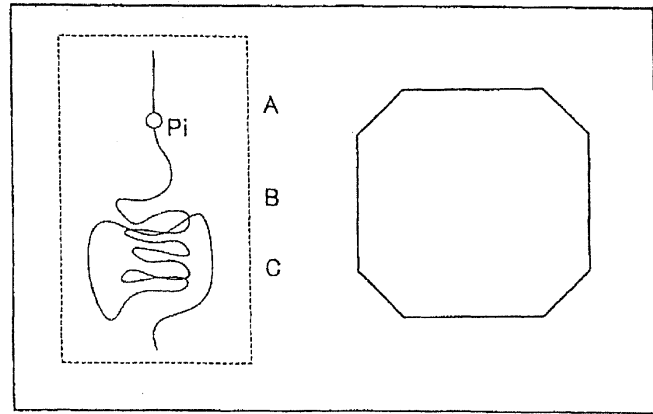
도면11



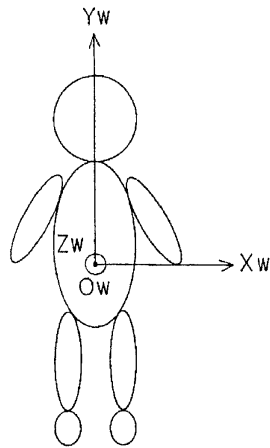
도면12A



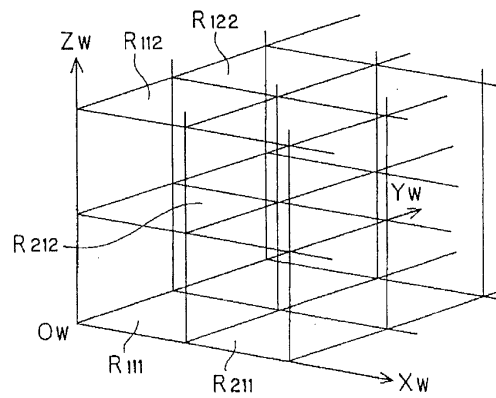
도면12B



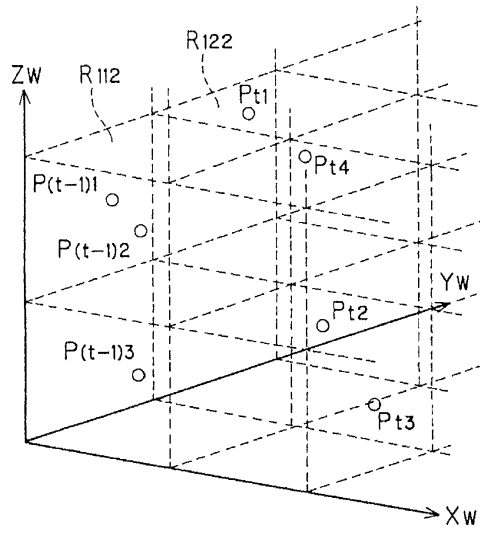
도면13A



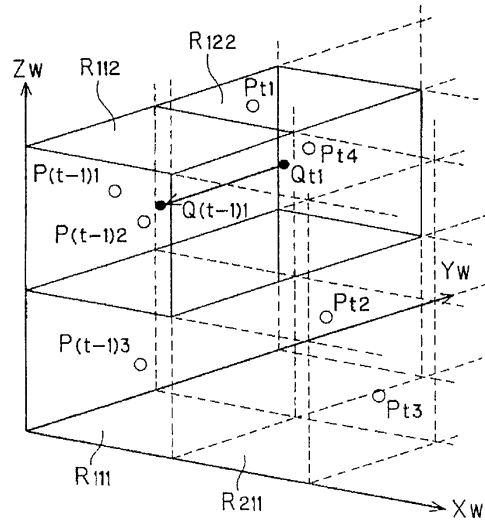
도면13B



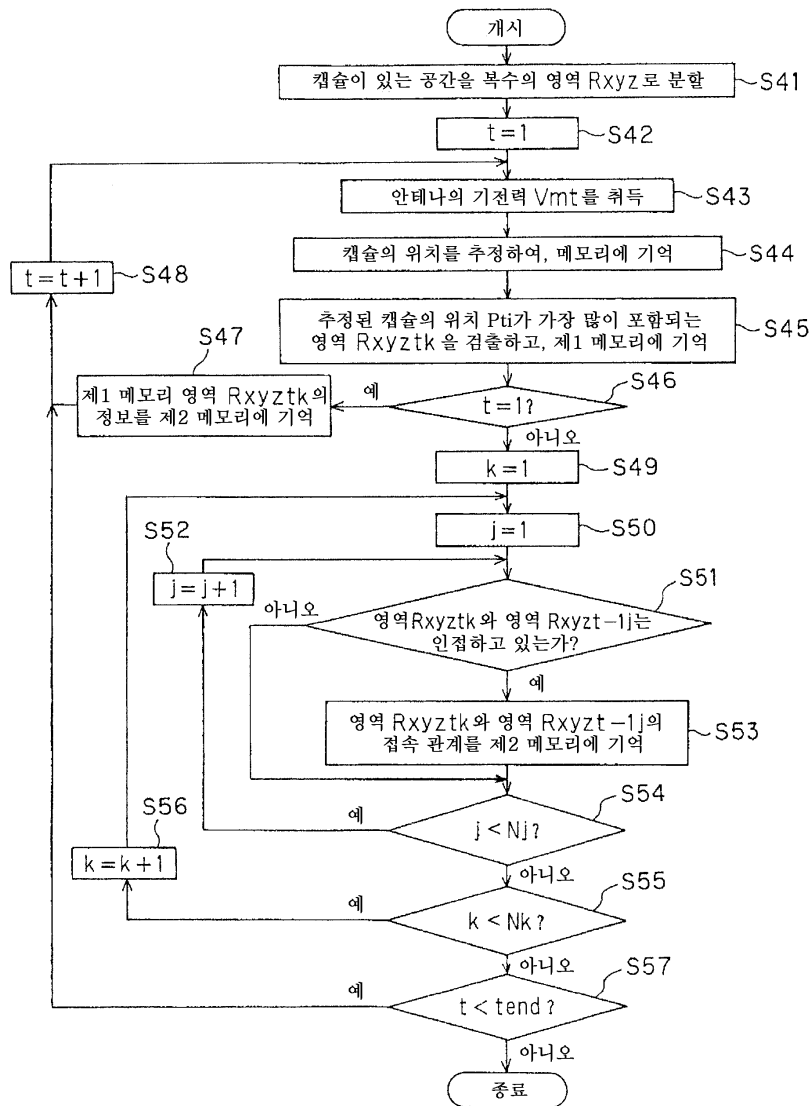
도면14



도면15



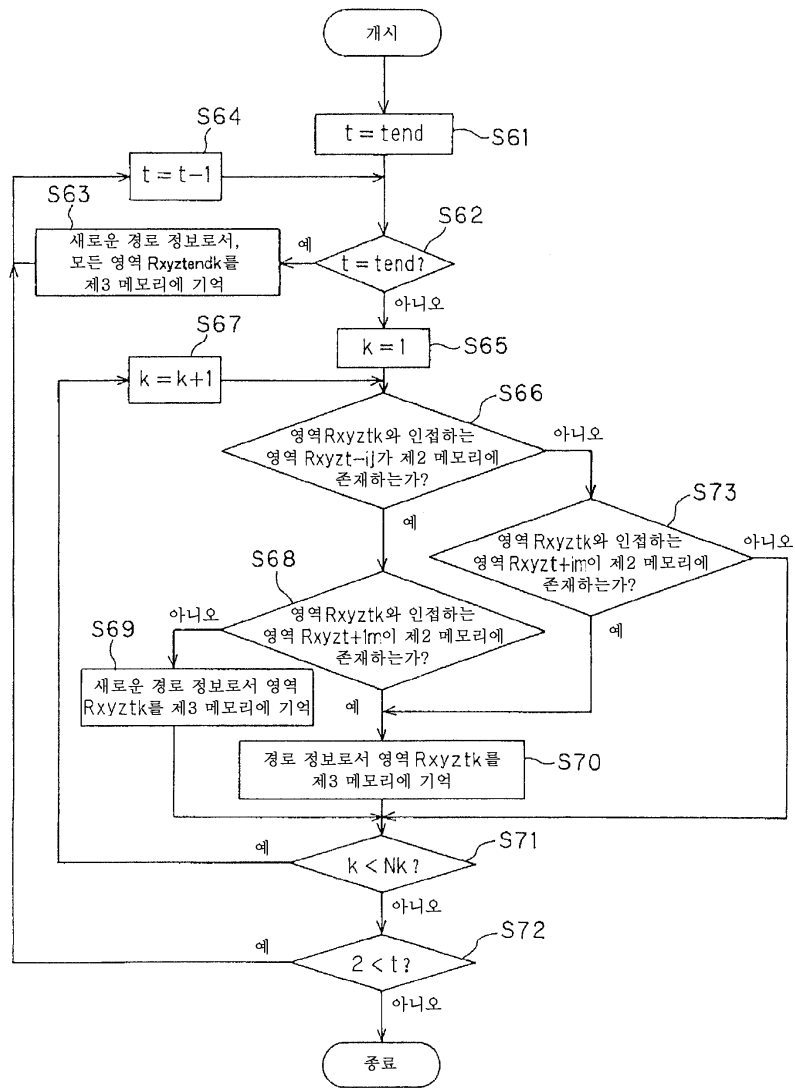
도면16



도면17

t \ k	1	2	3	4	5	6	...
1	Rxyz11	Rxyz12					
2	Rxyz2 1		Rxyz2 2				
3	Rxyz3 1		Rxyz3 2	Rxyz3 3			
4	Rxyz4 1		Rxyz4 2				
⋮							
tend	Rxyztend 1		Rxyztend 2			Rxyztend 3	

도면18



도면19

t	tend	tend-1	tend-2	...	3	2	1
1	Rxyztend 1	Rxyztend-11	Rxyztend-21	...	Rxyz3 1	Rxyz2 1	Rxyz1 1
2	Rxyztend 2	Rxyztend-12	Rxyztend-22	...	Rxyz3 2	Rxyz2 2	
3	Rxyztend 3	Rxyztend-13		...			
4			Rxyztend-23	...			
⋮				...			
N-1				...	Rxyz3 3		
N				...			Rxyz1 2