



등록특허 10-2329597



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년11월23일

(11) 등록번호 10-2329597

(24) 등록일자 2021년11월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 5/07 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)  
A61B 5/06 (2006.01) A61B 5/11 (2006.01)  
G16H 40/67 (2018.01)

(52) CPC특허분류  
A61B 5/073 (2013.01)  
A61B 5/0022 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-7030715

(22) 출원일자(국제) 2018년03월29일

심사청구일자 2021년03월25일

(85) 번역문제출일자 2019년10월18일

(65) 공개번호 10-2019-0133195

(43) 공개일자 2019년12월02일

(86) 국제출원번호 PCT/US2018/025191

(87) 국제공개번호 WO 2018/183711

국제공개일자 2018년10월04일

(30) 우선권주장

62/480,187 2017년03월31일 미국(US)

62/540,873 2017년08월03일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

W02016049602 A1

(73) 특허권자

프로제너티, 인크.

미국, 캘리포니아 92122, 샌 디에고, 스위트 200,  
라 올라 빌리지 드라이브 4330

(72) 발명자

존스 미첼 로런스

미국 92037 캘리포니아주 라 올라 시 레인 520

리우 이

미국 02446 매사추세츠주 브록클린 프리먼 스트리트 185 아파트먼트 248

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 김윤기

전체 청구항 수 : 총 18 항

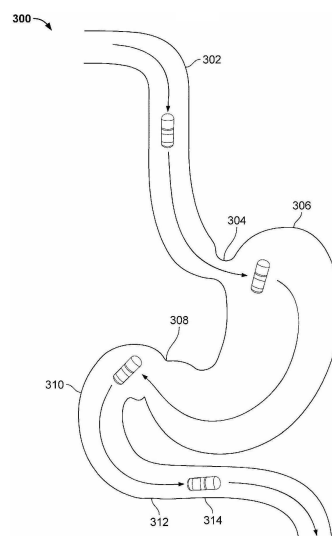
심사관 : 이재균

(54) 발명의 명칭 **섭취가능한 디바이스용 측위 시스템 및 방법**

### (57) 요약

신체의 위장관 내에 존재할 때 섭취가능한 디바이스에 대한 매우 높은 측위 정확성을 제공하는 섭취가능한 디바이스가 개시된다. 관련된 시스템 및 방법이 또한 개시된다.

**대표도** - 도3



(52) CPC특허분류

*A61B 5/0071* (2013.01)  
*A61B 5/0075* (2013.01)  
*A61B 5/065* (2013.01)  
*A61B 5/1107* (2013.01)  
*A61B 5/4255* (2013.01)  
*A61B 5/4839* (2013.01)  
*A61B 5/6861* (2013.01)  
*A61B 5/7257* (2013.01)  
*G16H 40/67* (2021.08)

(72) 발명자

**벡텔 케이트 리안**

미국 94523 캘리포니아주 플레즌트 힐 하디 서클  
107

**월 크리스토퍼 로렌**

미국 92037 캘리포니아주 라 올라 본에어 스트리트  
756

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

섭취가능한 디바이스(100)로서,

제1 단부(104), 제1 단부(104)로부터 반대쪽에 있는 제2 단부(106) 및 제1 단부(104)로부터 제2 단부(106)까지 종방향으로 연장하는 방사상 벽(108, 110)에 의해 형성된 하우징(102);

섭취가능한 디바이스(100)의 하우징(102)에 대해 외측인 환경을 향해 제1 파장의 제1 조명 및 제2 파장의 제2 조명을 송신하고,

제1 조명으로부터 기인되는 환경으로부터의 제1 반사율 및 제2 조명으로부터 기인되는 환경으로부터의 제2 반사율을 검출하도록 - 제1 반사율은 제1 반사율에서의 광의 양을 나타내는 값을 갖고, 제2 반사율은 제2 반사율에서의 광의 양을 나타내는 값을 가짐 -

구성된 감지 서브 유닛(126); 및

제1 반사율 값과 제2 반사율 값의 비를 데이터 세트에 저장하고 - 데이터 세트는 복수의 값을 포함하고, 복수의 값 각각은 각각의 시간에 검출되는 각각의 제1 반사율과 각각의 제2 반사율의 각각의 비에 대응함 -,

데이터 세트로부터 제1 서브세트의 값을 획득하고 - 제1 서브세트의 값은 최근 제1 반사율과 제2 반사율의 저장된 비의 제1 사전 결정된 수에 대응하고, 최근 제1 반사율과 제2 반사율은 최근 시간 범위 동안 검출됨 -,

데이터 세트로부터 제2 서브세트의 값을 획득하고 - 제2 서브세트의 값은 과거 제1 반사율과 제2 반사율의 저장된 비의 제2 사전 결정된 수에 대응하고, 과거 제1 반사율과 제2 반사율은 과거 시간 범위 동안 검출되고, 최근 시간 범위는 사전 결정된 시간만큼 과거 시간 범위로부터 분리됨 -,

제1 평균 값과 제2 평균 값 간의 차이 또는 비가 임계 레벨을 넘는 것에 기초하여 신체의 위장관 내 섭취가능한 디바이스(100)의 위치 변화를 식별하도록 - 제1 평균 값은 제1 서브세트의 값의 평균이고, 제2 평균 값은 제2 서브세트의 값의 평균임 -

구성된, 섭취가능한 디바이스(100) 내에 위치한 프로세싱 유닛(120)

을 포함하는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

제1 파장은 495 내지 600 nm의 광의 녹색 스펙트럼에 있고 제2 파장은 400 내지 495 nm의 광의 청색 스펙트럼에 있는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

제1 파장 및 제2 파장은 적어도 50 nm 만큼 분리되어 있는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

프로세싱 유닛(120)은 제1 평균 값과 제2 평균 값 간의 차이가 임계 레벨을 넘을 때 신체의 위장관 내 섭취가능한 디바이스의 위치 변화를 식별하도록 구성되어 있고,

제1 평균 값은 제1 서브세트의 값의 평균이고, 제2 평균 값은 제2 서브세트의 값의 평균인, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

임계 레벨은 제1 서브세트의 값 및 제 2 서브세트의 값 중 적어도 하나의 표준 편차에 기초하는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

프로세싱 유닛은,

섭취가능한 디바이스의 전 위치가 위장이었다는 점을 결정하고,

제1 평균 값이 제2 평균 값보다 임계 레벨을 초과하는 만큼 더 크다는 점을 결정하는 것에 대응하여 위장으로부터 십이지장으로의 검출된 유문 이동을 나타내는 데이터를 저장하도록

구성됨으로써 섭취가능한 디바이스의 위치 변화를 식별하도록 구성되어 있는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

임계 레벨은 제2 서브세트의 값의 표준 편차의 1배 내지 5배의 값인, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

임계 레벨은 제2 서브세트의 값의 표준 편차의 3배인, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 9

제6항에 있어서,

프로세싱 유닛은 검출된 유문 이동을 나타내는 미리 저장된 데이터가 없었다는 점을 결정하는 것에 대응하여 위장에서의 평균 신호 레벨로서 제2 평균 값을 나타내는 데이터를 저장하도록 구성됨으로써 검출된 유문 이동을 나타내는 데이터를 저장하도록 구성되어 있는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

프로세싱 유닛은 제1 서브세트의 값의 제1 평균 값이 위장에서의 평균 신호 레벨의 사전 결정된 배수보다 크다는 점을 추가로 결정하는 것에 대응하여 검출된 유문 이동을 나타내는 데이터를 저장하도록 구성되어 있는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 11

제5항에 있어서,

프로세싱 유닛은,

섭취가능한 디바이스의 전 위치가 십이지장이었다는 점을 결정하고;

위장에서의 평균 신호 레벨을 나타내는 데이터를 획득하고;

제2 서브세트의 값의 제2 평균 값이 위장에서의 평균 신호 레벨의 사전 결정된 배수보다 작다는 점을 결정하는 것에 대응하여 십이지장으로부터 위장으로의 검출된 역 유문 이동을 나타내는 데이터를 저장하도록

구성됨으로써 섭취가능한 디바이스의 위치 변화를 식별하도록 구성되어 있는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 12

제9항에 있어서,

섭취가능한 디바이스의 위치 변화를 식별하는 것은,

섭취가능한 디바이스의 전 위치가 십이지장이었다는 점을 결정하는 것;

위장에서의 평균 신호 레벨을 나타내는 데이터를 획득하는 것; 및

제1 평균 값이 위장에서의 평균 신호 레벨의 사전 결정된 배수보다 작다는 점을 결정하는 것에 대응하여 십이지장으로 부터 위장으로의 검출된 역 유문 이동을 나타내는 데이터를 저장하는 것

을 포함하는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 13

제1항에 있어서,

제1 파장은 600 내지 750 nm의 광의 적색 스펙트럼에 있고 제2 파장은 495 내지 600 nm의 광의 녹색 스펙트럼에 있는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

섭취가능한 디바이스의 위치 변화를 식별하는 것은 적색 광 대 녹색 광의 비가 변할 때 회맹 이동을 결정하는 것을 포함하는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 15

제1항 내지 제3항, 제13항 및 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

프로세싱 유닛은,

데이터 세트에 제1 슬라이딩 윈도우 필터를 적용함으로써 제1 가공되지 않은 서브세트의 값을 획득하고;

데이터 세트에 제2 슬라이딩 윈도우 필터를 적용함으로써 제2 가공되지 않은 서브세트의 값을 획득하고;

제1 가공되지 않은 서브세트의 값으로부터 제1 세트의 이상점을 제거함으로써 제1 서브세트의 값을 결정하고 - 제1 세트의 이상점은 제1 가공되지 않은 서브세트의 값의 표준 편차에 기초하여 식별됨 -;

제2 가공되지 않은 서브세트의 값으로부터 제2 세트의 이상점을 제거함으로써 제2 서브세트의 값을 결정하도록 - 제2 세트의 이상점은 제2 가공되지 않은 서브세트의 값의 표준 편차에 기초하여 식별됨 -

구성됨으로써 제1 서브세트의 값을 검색하고 제2 서브세트의 값을 검색하도록 구성되어 있는, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

제1 슬라이딩 윈도우 필터 및 제2 슬라이딩 윈도우 필터는 각각 데이터 세트로부터 다수의 값을 선택하도록 구성되어 있고, 다수는 십 내지 사십인, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 17

제15항에 있어서,

제1 슬라이딩 윈도우 필터 및 제2 슬라이딩 윈도우 필터는 각각 데이터 세트로부터 사전 결정된 범위의 데이터 값을 선택하도록 구성되어 있고, 사전 결정된 범위의 데이터 값은 15초의 데이터 내지 5분의 데이터인, 섭취가능한 디바이스.

#### 청구항 18

제17항에 있어서,

사전 결정된 시간은 사전 결정된 범위의 데이터 값의 1배 내지 5배인 범위 내에 있는, 섭취가능한 디바이스.

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

삭제

**청구항 26**

삭제

**청구항 27**

삭제

**청구항 28**

삭제

**청구항 29**

삭제

**청구항 30**

삭제

**청구항 31**

삭제

**청구항 32**

삭제

**청구항 33**

삭제

**청구항 34**

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66



삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

청구항 79

삭제

청구항 80

삭제

청구항 81

삭제

청구항 82

삭제

청구항 83

삭제

청구항 84

삭제

청구항 85

삭제

청구항 86

삭제

청구항 87

삭제

청구항 88

삭제

청구항 89

삭제

청구항 90

삭제

청구항 91

삭제

청구항 92

삭제

청구항 93

삭제

청구항 94

삭제

청구항 95

삭제

청구항 96

삭제

청구항 97

삭제

청구항 98

삭제

청구항 99

삭제

청구항 100

삭제

청구항 101

삭제

청구항 102

삭제

청구항 103

삭제

청구항 104

삭제

청구항 105

삭제

청구항 106

삭제

청구항 107

삭제

청구항 108

삭제

청구항 109

삭제

청구항 110

삭제

청구항 111

삭제

청구항 112

삭제

청구항 113

삭제

청구항 114

삭제

청구항 115

삭제

청구항 116

삭제

청구항 117

삭제

청구항 118

삭제

청구항 119

삭제

청구항 120

삭제

청구항 121

삭제

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은, 발명의 명칭이 "Localization Systems and Methods for an Optoelectromechanical Pill Device"인, 2017년 3월 31일에 출원된 미국 시리얼 번호 제62/480,187호, 및 발명의 명칭이 "Localization Systems and Methods for an Optoelectromechanical Pill Device"인, 2017년 8월 3일에 출원된 미국 시리얼 번호 제 62/540,873호에 대해 35 U.S.C. § 119 하에서 우선권을 주장한다. 이 출원들의 각각의 전체 개시내용은 참조에 의해서 본 명세서에 포함된다.

[0003] 본 개시내용은 섭취가능한 디바이스, 및 섭취가능한 디바이스의 신체 위장관(GI track) 내 위치를 상대적으로 높은 정확도로 식별하기 위한 관련된 시스템 및 방법에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0004] 위장(GI)관은 일반적으로 개인의 신체에 관한 풍부한 정보를 포함한다. 예를 들어, 위장관 내의 내용물은 개인의 신진대사에 관한 정보를 제공할 수 있다. 위장관의 내용물의 분석은 위장 내용물 조성(예를 들어, 박테리아 및 생화학 내용물)과 임의의 질병 또는 장애 사이의 관계를 식별하기 위한 정보를 또한 제공할 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 본 명세서에서 설명되는 다양한 실시예는 일반적으로 피험자의 위장관 내에 있는 섭취가능한 디바이스의 위치를 결정하기 위한 디바이스, 시스템 및 방법에 관한 것이다. 디바이스, 시스템 및 방법은 피험자의 위장관 내에 있는 섭취가능한 디바이스의 위치를 결정하기 위해 높게 신뢰가능한 데이터를 생산할 수 있다. 선택적으로, 디바이스는 위장관 내에서 국부적으로 상태를 처리하기 위해서 이 정보를 이용한다.

## 과제의 해결 수단

- [0006] 하나의 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 하나 이상의 프로세싱 디바이스, 및 적어도 85%, 예를 들어, 적어도 90%, 적어도 95%, 적어도 97%, 적어도 98%, 적어도 99%, 100%의 정확도로 피험자의 위장관의 일 부분에 있는 섭취가능한 디바이스의 위치를 결정하도록 하나 이상의 프로세싱 디바이스에 의해서 실행가능한 지시를 저장하는 하나 이상의 기계 판독가능한 하드웨어 저장 디바이스를 포함하는, 섭취가능한 디바이스를 제공한다. 피험자의 위장관의 일 부분의 일 부분은, 예를 들어, 십이지장, 공장, 및/또는 말단 회장, 맹장 및 결장을 포함한다.
- [0007] 하나의 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 하나 이상의 프로세싱 디바이스, 및 적어도 70%, 예를 들어, 적어도 75%, 적어도 80%, 적어도 85%, 적어도 88%, 적어도 89%의 정확도로 섭취가능한 디바이스가 피험자의 맹장에 있다는 점을 결정하도록 하나 이상의 프로세싱 디바이스에 의해서 실행가능한 지시를 저장하는 하나 이상의 기계 판독가능한 하드웨어 저장 디바이스를 포함하는, 섭취가능한 디바이스를 제공한다.
- [0008] 하나의 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 하나 이상의 프로세싱 디바이스, 및 적어도 85%, 예를 들어, 적어도 90%, 적어도 95%, 적어도 97%, 적어도 98%, 적어도 99%, 100%의 정확도로 피험자의 위장관의 일 부분에 있는 의료용 디바이스의 위치를 결정하도록 데이터를 구현할 수 있는 디바이스에 데이터를 송신하도록 하나 이상의 프로세싱 디바이스에 의해서 실행가능한 지시를 저장하는 하나 이상의 기계 판독가능한 하드웨어 저장 디바이스를 포함하는, 섭취가능한 디바이스를 제공한다. 위장관의 일 부분은, 예를 들어, 십이지장, 공장, 및/또는 말단 회장, 맹장 및 결장을 포함할 수 있다.
- [0009] 하나의 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 하나 이상의 프로세싱 디바이스, 및 적어도 70%, 예를 들어, 적어도 75%, 적어도 80%, 적어도 85%, 적어도 88%, 적어도 89%의 정확도로 섭취가능한 디바이스가 피험자의 맹장에 있다는 점을 결정하도록 데이터를 구현할 수 있는 외부 디바이스에 데이터를 전송하도록 하나 이상의 프로세싱 디바이스에 의해서 실행가능한 지시를 저장하는 하나 이상의 기계 판독가능한 하드웨어 저장 디바이스를 포함하는, 섭취가능한 디바이스를 제공한다.
- [0010] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스는 제 1 및 제 2 광원을 더 포함하고, 제 1 광원은 제 1 파장으로 광을 방출하도록 구성되고, 제 2 광원은 제 1 파장과 상이한 제 2 파장으로 광을 방출하도록 구성된다.
- [0011] 일부 양태에서, 섭취가능한 디바이스는 제 1 및 제 2 검출기를 더 포함하고, 제 1 검출기는 제 1 파장에서 광을 검출하도록 구성되고, 제 2 검출기는 제 2 파장에서 광을 검출하도록 구성된다.
- [0012] 일부 양태에서, 데이터는 적어도 두 개의 상이한 파장의 광에 대한 강도(intensity) 데이터를 포함한다.
- [0013] 하나의 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 적어도 85%, 예를 들어, 적어도 90%, 적어도 95%, 적어도 97%, 적어도 98%, 적어도 99%, 100%의 정확도로 피험자의 위장관의 일 부분에 있는 섭취가능한 의료용 디바이스의 위치를 결정하는 단계를 포함하는 방법을 제공한다. 위장관의 일 부분은, 예를 들어, 십이지장, 공장, 및/또는 말단 회장, 맹장 및 결장을 포함할 수 있다.
- [0014] 하나의 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 위장관 내에서 측정된 반사된 광 신호에 기초하여 피험자의 위장관 내에서 섭취가능한 의료용 디바이스의 위치를 결정하는 단계를 포함하는 단계-반사된 신호는 적어도 두 개의 상이한 파장의 광을 포함함-를 포함하는 방법을 제공한다.
- [0015] 하나의 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 위장관 내에서 측정된 반사된 광 신호에 기초하여 피험자의 위장관 내에서 섭취가능한 의료용 디바이스의 위치를 결정하는 단계를 포함하는 단계-반사된 신호는 적어도 두 개의 상이한 파장의 광을 포함함-를 포함하는 방법을 제공한다.
- [0016] 일부 실시예에서, 방법은 피험자의 위장관 내에서 섭취가능한 디바이스의 위치를 결정하는 단계는 위장관 내의 반사된 광 신호를 결정하는 단계를 포함하고, 반사된 신호는 적어도 두 개의 상이한 파장의 광을 포함한다. 반사된 신호는 적어도 세 개의 상이한 파장의 광을 포함할 수 있다. 예를 들어, 반사된 광은 제 1 및 제 2 파장을 포함할 수 있고, 제 1 파장은 495 내지 600 nm이고, 제 2 파장은 400 내지 495 nm이다. 선택적으로, 제 1 및 제 2 파장은 적어도 50 nm 만큼 분리된다.
- [0017] 일부 실시예에서, 반사된 신호는 적어도 세 개의 상이한 파장의 광을 포함할 수 있다. 파장은 495 내지 600 nm의 제 1 파장 및 400 내지 495 nm의 제 2 파장을 포함할 수 있다. 선택적으로, 제 1 및 제 2 파장은 적어도 50 nm 만큼 분리된다.
- [0018] 일부 양태에 있어서, 신체의 위장관 내에서 섭취가능한 디바이스의 위치를 결정하기 위한 방법이 본 명세서에서 제공된다. 방법은, 섭취가능한 디바이스의 하우징에 대해 외측인 환경을 향해서 제 1 파장으로 제 1 조명 및 제 2 파장으로 제 2 조명을 송신하는 단계; 제 1 조명으로부터 기인되는 환경으로부터의 제 1 반사율 및 제 2 조명

으로부터 기인되는 환경으로부터의 제 2 반사율을 검출하는 단계—제 1 반사율 값은 제 1 반사율에서 광의 양을 나타내고, 제 2 반사율 값은 제 2 반사율에서 광의 양을 나타냄—; 제 1 반사율 값과 제 2 반사율 값의 비를 데이터 세트로 저장하는 단계—데이터 세트는 복수의 값을 포함하고, 복수의 값 각각은 각각의 시간에 검출되는 각각의 제 1 반사율과 각각의 제 2 반사율의 각각의 비에 대응함—; 데이터 세트로부터, 최근 측정치의 제 1 사전 결정된 개수에 대응하는 값의 제 1 서브세트를 획득하는 단계; 데이터 세트로부터, 제 2 사전 결정된 개수의 과거 측정치에 대응하는 값의 제 2 서브세트를 획득하는 단계—최근 측정치는, 과거 측정치가 취해질 때의 과거 시간 범위로부터 적어도 사전 결정된 시간 만큼 분리되는 최근 시간 범위에서 취해짐—; 및 제 1 서브 세트의 값의 제 1 평균 값과 제 2 서브 세트의 값의 제 2 평균 값 사이의 차이가 임계치를 넘을 때 신체의 위장관 내에서 섭취가능한 디바이스의 위치 변화를 식별하는 단계를 포함한다.

[0019] 적어도 일부 실시예에서, 제 1 파장은 대략적으로 495 내지 600 nm의 광의 초록 스펙트럼에 있을 수 있고, 제 2 파장은 대략적으로 400 내지 495 nm의 광의 청색 스펙트럼에 있을 수 있고, 제 1 파장 및 제 2 파장은 적어도 50 nm 만큼 분리된다.

[0020] 적어도 일부 실시예에서, 제 1 서브세트의 값의 검색 및 제 2 서브세트의 값의 검색은 데이터 세트에 제 1 슬라이딩 윈도우 필터를 적용함으로써 제 1 가공되지 않은 서브세트의 값을 획득하는 단계; 데이터 세트에 제 2 슬라이딩 윈도우 필터를 적용함으로써 제 2 가공되지 않은 서브세트의 값을 획득하는 단계; 제 1 가공되지 않은 서브세트의 값으로부터 제 1 세트의 이상점을 제거함으로써 제 1 서브세트의 값을 결정하는 단계—제 1 세트의 이상점은 제 1 가공되지 않은 서브세트의 값의 표준 편차에 기초하여 식별됨—; 및 제 2 가공되지 않은 서브세트의 값으로부터 제 2 세트의 이상점을 제거함으로써 제 2 서브세트의 값을 결정하는 단계—제 2 세트의 이상점은 제 2 가공되지 않은 서브세트의 값의 표준 편차에 기초하여 식별됨—;을 포함한다.

[0021] 적어도 일부 실시예에서, 제 1 슬라이딩 윈도우 필터 및 제 2 슬라이딩 윈도우 필터는 각각 데이터 세트로부터 다수의 값을 선택하도록 구성되며, 다수는 십과 사십 사이에 있다.

[0022] 적어도 일부 실시예에 있어서, 제 1 슬라이딩 윈도우 필터 및 제 2 슬라이딩 윈도우 필터는 각각 데이터 세트로부터 사전 결정된 범위의 데이터 값을 선택하도록 구성되며, 사전 결정된 범위의 데이터 값은 15초의 데이터와 5분의 데이터 사이에 있다.

[0023] 적어도 일부 실시예에 있어서, 사전 결정된 시간은 사전 결정된 범위의 데이터 값의 1 내지 5배에 실질적으로 유사한 범위 내에 있다.

[0024] 적어도 일부 실시예에 있어서, 임계치는 제 1 서브세트의 값 및 제 2 서브세트의 값 중 적어도 하나의 표준 편차에 기초한다.

[0025] 적어도 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스의 위치 변화의 식별은 섭취가능한 디바이스의 전 위치가 위장이었다는 점을 결정하는 단계; 및 제 1 서브세트의 값의 제 1 평균 값이 제 2 서브세트의 값의 표준 편차의 3배보다 큰 만큼 제 2 서브세트의 값의 제 2 평균 값보다 크다는 점을 결정하는 단계에 대응하여 위장으로부터 십이지장으로의 검출된 유문 이동을 나타내는 데이터를 저장하는 단계를 포함한다.

[0026] 적어도 일부 실시예에서, 검출된 유문 이동을 나타내는 데이터의 저장은 검출된 유문 이동을 나타내는 미리 저장된 데이터가 없었다는 점을 결정하는 단계에 대응하여 위장 내에서 평균 신호 레벨로서 제 2 서브세트의 값의 제 2 평균 값을 나타내는 데이터를 저장하는 단계를 포함한다.

[0027] 적어도 일부 실시예에서, 검출된 유문 이동을 나타내는 데이터의 저장은 위장에서 평균 신호 레벨을 나타내는 데이터를 검색하는 단계; 및 제 1 서브세트의 값의 제 1 평균 값이 위장에서 평균 신호 레벨의 사전 결정된 배수보다 크다는 점을 더 결정하는 단계에 대응하여 검출된 유문 이동을 나타내는 데이터를 저장하는 단계—사전 결정된 배수는 1.2보다 큼—를 포함한다.

[0028] 적어도 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스의 위치 변화의 식별은 섭취가능한 디바이스의 전 위치가 십이지장이었다는 점을 결정하는 단계; 위장에서 평균 신호 레벨을 나타내는 데이터를 검색하는 단계; 및 제 1 서브세트의 값의 제 1 평균 값이 위장에서 평균 신호 레벨의 사전 결정된 배수보다 작다는 점을 더 결정하는 단계에 대응하여 검출된 역 유문 이동을 나타내는 데이터를 저장하는 단계—사전 결정된 배수는 1.2보다 큼—를 포함한다.

[0029] 일부 실시예에서, 다른 섭취가능한 디바이스가 본 명세서에서 제공된다. 섭취가능한 디바이스는, 제 1 단부, 제 1 단부로부터 실질적으로 반대쪽에 있는 제 2 단부, 및 제 1 단부로부터 제 2 단부까지 종방향으로 연장하는 방

사방향 벽에 의해 형성된 하우징; 감지 서브 유닛—섭취가능한 디바이스의 하우징에 대해 외측인 환경을 향해서 제 1 파장으로 제 1 조명 및 제 2 파장으로 제 2 조명을 송신하고, 제 1 조명으로부터 기인되는 환경으로부터의 제 1 반사율 및 제 2 조명으로부터 기인되는 환경으로부터의 제 2 반사율을 검출하도록 구성되며, 제 1 반사율 값은 제 1 반사율에서 광의 양을 나타내고, 제 2 반사율 값은 제 2 반사율에서 광의 양을 나타냄—; 및 섭취가능한 디바이스 내에 위치되는 프로세싱 유닛—제 1 반사율 값과 제 2 반사율 값의 비를 데이터 세트로 저장하고—데이터 세트는 복수의 값을 포함하고, 복수의 값 각각은 각각의 시간에 검출되는 각각의 제 1 반사율과 각각의 제 2 반사율의 각각의 비에 대응함—, 데이터 세트로부터, 최근 측정치의 제 1 사전 결정된 개수에 대응하는 값의 제 1 서브세트를 획득하고, 데이터 세트로부터, 제 2 사전 결정된 개수의 과거 측정치에 대응하는 값의 제 2 서브세트를 획득하고—최근 측정치는, 과거 측정치가 취해질 때의 과거 시간 범위로부터 적어도 사전 결정된 시간 만큼 분리되는 최근 시간 범위에서 취해짐—, 제 1 서브 세트의 값의 제 1 평균 값과 제 2 서브 세트의 값의 제 2 평균 값 사이의 차이가 임계치를 넘을 때 신체의 위장관 내에서 섭취가능한 디바이스의 위치 변화를 식별하도록 구성됨—;을 포함한다.

[0030] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스는 본 명세서의 교시 중 어느 하나에 따라서 또한 정의될 수 있다.

[0031] 일부 양태에서, 연동 운동에 기초하여 신체의 위장관 내에서 섭취가능한 디바이스의 위치를 결정하기 위한 방법이 본 명세서에서 설명된다. 방법은 복수의 상이한 시간에 섭취가능한 디바이스의 하우징에 대해 외측인 환경을 향해서 조명을 주기적으로 송신하는 단계—복수의 상이한 시간 각각은 주기적 간격 만큼 분리됨—, 복수의 상이한 시간에 송신되는 조명으로부터 기인되는 환경으로부터의 복수의 반사율을 검출하는 단계; 데이터 세트로 복수의 반사율 값을 획득하고 저장하는 단계—복수의 반사율 값 각각은 각각의 시간에 송신되는 각각의 조명으로부터 검출되는 복수의 반사율 중 각각의 반사율로 광의 양을 나타냄—; 데이터 세트에 기초하여 주파수 스펙트럼을 계산하는 단계; 및 사전 결정된 주파수 범위 사이의 주파수 스펙트럼의 적어도 일 부분이 임계치를 넘을 때 신체의 위장관 내에서 섭취가능한 디바이스의 위치 변화를 식별하는 단계;를 포함한다.

[0032] 적어도 일부 실시예에서, 주기적 간격은 0.1 초 내지 3.0 초이고, 주파수 스펙트럼은 정규화된 주파수 스펙트럼이고, 사전 결정된 주파수 범위는 0.05 Hz 내지 0.33 Hz이고, 임계치는 0.5 이상이다.

[0033] 적어도 일부 실시예에서, 조명의 주기적 송신은 위장관으로부터 십이지장으로의 유문 이동을 검출하는 단계; 및 유문 이동을 검출하는 단계에 대응하여 조명의 주기적 송신을 시작하는 단계를 포함한다.

[0034] 적어도 일부 실시예에서, 조명은 300 nm 내지 2500 nm 파장의 광을 포함한다.

[0035] 적어도 일부 실시예에서, 주파수 스펙트럼의 계산은 데이터 세트에 윈도우 필터를 적용함으로써 제 1 서브세트의 데이터를 획득하는 단계; 제 1 서브세트의 데이터를 보간함으로써 적어도 매 0.5 초 동안 데이터 지점을 포함하는 제 2 서브세트의 데이터를 획득하는 단계; 및 제 2 서브세트의 데이터에 푸리에 변환 절차를 적용함으로써 주파수 스펙트럼을 계산하는 단계를 포함한다.

[0036] 적어도 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스의 위치 변화의 식별은 섭취가능한 디바이스의 진행 위치가 십이지장이었다는 점을 결정하는 단계; 및 0.05Hz 내지 0.33Hz 사이에 있는 주파수 스펙트럼의 적어도 일 부분이 임계치를 초과하는 점을 결정하는 단계에 대응하여 십이지장으로부터 공장으로의 검출된 이동을 나타내는 데이터를 저장하는 단계를 포함한다.

[0037] 적어도 일부 실시예에서, 십이지장으로부터 공장으로의 검출된 이동을 나타내는 데이터의 저장은 0.05Hz 내지 0.33Hz 사이에 있는 주파수 스펙트럼의 적어도 일 부분이 임계치를 초과하는 점을 결정하는 단계에 대응하여 검출된 근육 수축을 나타내는 데이터를 저장하는 단계; 검출된 근육 수축의 총 수를 나타내는 데이터를 검색하는 단계; 및 검출된 근육 수축의 총 수가 검출된 근육 수축의 사전 결정된 임계 수를 초과하는 점을 결정하는 추가의 단계에 대응하여 십이지장으로부터 공장으로의 검출된 이동을 나타내는 데이터를 저장하는 단계를 포함한다.

[0038] 적어도 일부 실시예에서, 조명은 제 1 주파수의 제 1 조명이고, 복수의 반사율은 제 1 복수의 반사율이고, 복수의 반사율 값은 제 1 복수의 반사율 값이고, 데이터 세트는 제 1 데이터 세트이고, 주파수 스펙트럼은 제 1 주파수 스펙트럼이고, 방법은: 복수의 상이한 시간에 섭취가능한 디바이스의 하우징에 대해 외측인 환경을 향해서 제 2 파장으로 제 2 조명을 주기적으로 송신하는 단계; 제 2 데이터 세트로 제 2 복수의 반사율 값을 획득하고 저장하는 단계—제 2 복수의 반사율 값 각각은 각각의 제 2 조명으로부터 검출되는 제 2 복수의 반사율 중 각각의 반사율로 광의 양을 나타냄—; 제 2 데이터 세트에 기초하여 제 2 주파수 스펙트럼을 계산하는 단계; 및 0.05 Hz 내지 0.33 Hz 사이의 제 1 주파수 스펙트럼 또는 제 2 주파수 스펙트럼 중 적어도 일 부분이 임계치를 넘을 때를 검출함으로써 신체의 위장관 내에서 섭취가능한 디바이스의 위치 변화를 식별하는 단계를 포함한다.



- [0039] 적어도 일부 실시예에서, 방법은 섭취가능한 디바이스의 위치의 변화를 식별하는 단계에 대응하여 섭취가능한 디바이스의 하우징 외부의 환경으로부터 유체 샘플을 획득하는 단계를 포함한다.
- [0040] 적어도 일부 실시예에서, 방법은 섭취가능한 디바이스의 위치의 변화를 식별하는 단계에 대응하여 섭취가능한 디바이스로부터 위장관으로 섭취가능한 디바이스 내에 미리 저장되는 분배가능한 물질을 전달하는 단계를 포함한다.
- [0041] 적어도 일부 실시예에서, 방법은, 검출된 근육 수축의 총 수를 나타내는 데이터를 검색하는 단계; 검출된 근육 수축의 총 수를 건강한 개인으로부터 예상되는 근육 수축의 총 수에 비교하는 단계; 및 결정하는 단계에 대응하여, 섭취가능한 디바이스의 하우징 외부의 환경으로부터 유체 샘플을 획득하는 단계, 및 섭취가능한 디바이스로부터 위장관으로 섭취가능한 디바이스 내에 미리 저장되는 분배가능한 물질을 전달하는 단계 중 적어도 하나를 포함하는 작용을 수행하는 단계;를 더 포함한다.
- [0042] 일부 실시예에서, 다른 섭취가능한 디바이스가 본 명세서에서 제공된다. 섭취가능한 디바이스는, 제 1 단부, 제 1 단부로부터 실질적으로 반대쪽에 있는 제 2 단부, 및 제 1 단부로부터 제 2 단부까지 종방향으로 연장하는 방사방향 벽에 의해 형성된 하우징; 감지 서브 유닛—섭취가능한 디바이스의 하우징에 대해 외측인 환경을 향해서 제 1 파장으로 제 1 조명 및 제 2 파장으로 제 2 조명을 송신하고, 제 1 조명으로부터 기인되는 환경으로부터의 제 1 반사율 및 제 2 조명으로부터 기인되는 환경으로부터의 제 2 반사율을 검출하도록 구성되며, 제 1 반사율 값은 제 1 반사율에서 광의 양을 나타내고, 제 2 반사율 값은 제 2 반사율에서 광의 양을 나타냄—; 및 섭취가능한 디바이스 내에 위치되는 프로세싱 유닛—제 1 반사율 값과 제 2 반사율 값의 비를 데이터 세트에 저장하고—데이터 세트는 복수의 값을 포함하고, 복수의 값 각각은 각각의 시간에 검출되는 각각의 제 1 반사율과 각각의 제 2 반사율의 각각의 비에 대응함—, 데이터 세트로부터, 최근 측정치의 제 1 사전 결정된 개수에 대응하는 값의 제 1 서브세트를 획득하고, 데이터 세트로부터, 제 2 사전 결정된 개수의 과거 측정치에 대응하는 값의 제 2 서브세트를 획득하고—최근 측정치는, 과거 측정치가 취해질 때의 과거 시간 범위로부터 적어도 사전 결정된 시간 만큼 분리되는 최근 시간 범위에서 취해짐—, 제 1 서브 세트의 값의 제 1 평균 값과 제 2 서브 세트의 값의 제 2 평균 값 사이의 차이가 임계치를 넘을 때 신체의 위장관 내에서 섭취가능한 디바이스의 위치 변화를 식별하도록 구성됨—;을 포함한다.
- [0043] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스는 본 명세서의 교시 중 어느 하나에 따라서 또한 정의될 수 있다.
- [0044] 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 디바이스 데이터를 생성하는 섭취가능한 디바이스—디바이스 데이터의 적어도 일 부분은 적어도 85%의 정확도로 피험자의 위장관의 일 부분에 있는 섭취가능한 의료용 디바이스의 위치를 나타냄—; 섭취가능한 디바이스로부터 그리고 하나 이상의 네트워크를 거쳐서 디바이스 데이터를 수신하는 리시버; 리시버로부터 디바이스 데이터를 수신하고, 하나 이상의 네트워크를 거쳐서 디바이스 데이터를 하나 이상의 하드웨어 저장 디바이스 송신하는 모바일 디바이스; 및 하나 이상의 하드웨어 저장 디바이스로부터 디바이스 데이터를 검색하고, 디바이스 데이터를 프로세싱하여 분석 데이터를 생성하는 데이터 분석 시스템을 포함하는, 네트워킹된 시스템을 제공한다.
- [0045] 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 디바이스 데이터를 생성하는 섭취가능한 디바이스—디바이스 데이터의 적어도 일 부분은 적어도 70%의 정확도로 섭취가능한 디바이스가 피험자의 맹장에 있다는 점을 나타냄—; 섭취가능한 디바이스로부터 그리고 하나 이상의 네트워크를 거쳐서 디바이스 데이터를 수신하는 리시버; 리시버로부터 디바이스 데이터를 수신하고, 하나 이상의 네트워크를 거쳐서 디바이스 데이터를 하나 이상의 하드웨어 저장 디바이스 송신하는 모바일 디바이스; 및 하나 이상의 하드웨어 저장 디바이스로부터 디바이스 데이터를 검색하고, 디바이스 데이터를 프로세싱하여 분석 데이터를 생성하는 데이터 분석 시스템을 포함하는, 네트워킹된 시스템을 제공한다.
- [0046] 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 디바이스 데이터를 생성하는 섭취가능한 디바이스; 디바이스 데이터를 수신하고, 디바이스 데이터에 따라 적어도 85%의 정확도로 피험자의 위장관의 일 부분에 있는 섭취가능한 의료용 디바이스의 위치의 결정을 하도록 하는 네트워킹된 리시버; 네트워킹된 리시버로부터 데이터를 수신하고, 하나 이상의 네트워크를 거쳐서 수신된 데이터를 하나 이상의 하드웨어 저장 디바이스 송신하는 모바일 디바이스; 및 하나 이상의 하드웨어 저장 디바이스로부터 수신된 데이터를 검색하고, 검색된 데이터를 프로세싱하여 분석 데이터를 생성하는 데이터 분석 시스템을 포함하는, 네트워킹된 시스템을 제공한다.
- [0047] 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 디바이스 데이터를 생성하는 섭취가능한 디바이스; 디바이스 데이터를 수신하고, 디바이스 데이터에 따라 적어도 70%의 정확도로 섭취가능한 디바이스가 피험자의 맹장에 있다는 점을 결정



하도록 하는 네트워크된 리시버; 네트워크된 리시버로부터 데이터를 수신하고, 하나 이상의 네트워크를 거쳐서 수신된 데이터를 하나 이상의 하드웨어 저장 디바이스 송신하는 모바일 디바이스; 및 하나 이상의 하드웨어 저장 디바이스로부터 수신된 데이터를 검색하고, 검색된 데이터를 프로세싱하여 분석 데이터를 생성하는 데이터 분석 시스템을 포함하는, 네트워크된 시스템을 제공한다.

[0048] 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 섭취가능한 디바이스로부터, 적어도 85%의 정확도로 피험자의 위장관의 일 부분에 있는 섭취가능한 디바이스의 위치를 특정하는 디바이스 데이터를 수신하는 단계; 하나 이상의 결정 보조 권고를 특정하는 분석 데이터를 생성하도록 수신된 디바이스 데이터에 대해서 실행가능한 로직을 실행하는 단계를 포함하는, 컴퓨터 구현 방법을 제공한다.

[0049] 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 섭취가능한 디바이스로부터, 적어도 70%의 정확도로 섭취가능한 디바이스가 피험자의 맹장에 있다는 점을 특정하는 디바이스 데이터를 수신하는 단계; 및 하나 이상의 결정 보조 권고를 특정하는 분석 데이터를 생성하도록 수신된 디바이스 데이터에 대해서 실행가능한 로직을 실행하는 단계를 포함하는, 컴퓨터 구현 방법을 제공한다.

[0050] 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 섭취가능한 디바이스로부터 데이터를 수신하는 단계; 및 수신된 데이터에 기초하여, 섭취가능한 디바이스에 대해 외부에 있는 디바이스에 의해서, 적어도 85%의 정확도로 피험자의 위장관의 일 부분에 있는 섭취가능한 디바이스의 위치를 결정하는 단계를 포함하는, 컴퓨터 구현 방법을 제공한다.

[0051] 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 섭취가능한 디바이스로부터 데이터를 수신하는 단계; 및 수신된 데이터에 기초하여, 섭취가능한 디바이스에 대해 외부에 있는 디바이스에 의해서, 적어도 70%의 정확도로 섭취가능한 디바이스가 피험자의 맹장에 있는 점을 결정하는 단계를 포함하는, 컴퓨터 구현 방법을 제공한다.

[0052] 일반적 양태에서, 본 개시내용은, 섭취가능한 디바이스로부터, 위장관 내에서 측정된 반사된 광 신호에 기초하여 피험자의 위장관 내에서 섭취가능한 디바이스의 위치를 특정하는 디바이스 데이터를 수신하는 단계—반사된 신호는 적어도 두 개의 상이한 파장의 광을 포함함—; 및 하나 이상의 결정 보조 권고를 특정하는 분석 데이터를 생성하도록 수신된 디바이스 데이터에 대해서 실행가능한 로직을 실행하는 단계를 포함하는, 컴퓨터 구현 방법을 제공한다.

[0053] 상기 설명된 시스템 및/또는 방법이 다른 시스템, 방법 및/또는 장치에 적용될 수 있거나, 그에 따라 이용될 수 있음에 유의해야 한다.

### 도면의 간단한 설명

[0054] 상기 그리고 다른 목적 및 장점은 수반되는 도면과 함께 다음의 상세한 설명의 고려로 명확해질 것이며, 수반된 도면에서, 같은 참조 문자는 도면에 걸쳐서 같은 부분을 지칭하고,

도 1은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스의 일 예시적인 실시예의 도면,

도 2는 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 도 1의 섭취가능한 디바이스의 분해도,

도 3은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 위장관을 통한 일 예시적인 이동 동안의 섭취가능한 디바이스의 도면,

도 4는 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 공간을 통한 일 예시적인 이동 동안의 섭취가능한 디바이스의 도면,

도 5는 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정하기 위한 예시적인 단계의 흐름도,

도 6은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 위장으로 부터 십이지장으로 그리고 다시 십이지장에서 위장으로의 이동을 검출하기 위한 예시적인 단계의 흐름도,

도 7은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 섭취가능한 디바이스의 일 예시적인 동작 동안 수집된 데이터를 도시하는 플롯,

도 8은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 섭취가능한 디바이스의 일 예시적인 동작 동안 수집된 데이터를 도시하는 플롯,

도 9는 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를

결정할 때 이용될 수 있는, 십이지장으로부터 공장으로의 이동을 검출하기 위한 예시적인 단계의 흐름도,

도 10은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 십이지장으로부터 공장으로의 이동을 검출할 때 이용될 수 있는 섭취가능한 디바이스의 일 예시적인 동작 동안 수집된 데이터를 도시하는 플롯,

도 11은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 시간에 걸쳐 섭취가능한 디바이스에 의해 검출된 근육 수축을 도시하는 플롯,

도 12는 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 공장으로부터 회장으로의 이동을 검출하기 위한 예시적인 단계의 흐름도,

도 13은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 공장으로부터 회장으로의 이동을 검출하기 위한 예시적인 단계의 흐름도,

도 14는 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 회장에서 맹장으로의 이동을 검출하기 위한 예시적인 단계의 흐름도,

도 15는 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 맹장에서 결장으로의 이동을 검출하기 위한 예시적인 단계의 흐름도이고,

도 16은 피험자에 관한 데이터를 수집하고, 통신하고 그리고/또는 분석하기 위한 예시의 시스템을 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0055] 본 출원은 다음의 특허 출원: 발명의 명칭이 “Ingestible Medical Device” 이고, 2014년 8월 15일에 출원된 미국 시리얼 번호 제 14/460,893호, 발명의 명칭이 “Electromechanical Pill Device with Localization Capabilities” 이고, 2017년 3월 24일에 출원된 미국 시리얼 번호 제 15/514,413호, 발명의 명칭이 “Systems and Methods for Obtaining Samples using Ingestible Devices” 이고, 2017년 8월 18일에 출원된 미국 시리얼 번호 제 15/680,400호, 발명의 명칭이 “Electromechanical Ingestible Device for Delivery of a Dispensable Substance” 이고, 2017년 9월 8일에 출원된 미국 시리얼 번호 제 15/699,848호, 발명의 명칭이 “Ingestible Device with Relatively Large Payload Volume” 이고, 2018년 3월 13일에 출원된 미국 시리얼 번호 제 62/642,544호를 참조에 의해 포함한다. 이 출원들의 각각의 전체 내용은 참조에 의해서 여기에 포함된다.

[0056] 다양한 시스템, 디바이스, 및 방법이 청구된 주제에 대한 적어도 하나의 실시예의 일례를 제공하기 위해 본 명세서에서 설명된다. 어떠한 실시예도 임의의 청구된 주제를 제한하지 않고 임의의 청구된 주제는 여기에 기재된 것과 상이한 시스템, 디바이스, 및 방법을 커버할 수 있다. 청구된 주제가 본 명세서에서 설명된 시스템, 디바이스, 및 방법 중 임의의 하나의 모든 특징부를 갖는 시스템, 디바이스, 및 방법에, 또는 본 명세서에서 설명된 시스템, 디바이스, 및 방법 중 다수 또는 전부에 공통된 특징부에 한정되지 않는 점이 가능하다. 본 명세서에서 설명된 시스템, 디바이스, 또는 방법이 임의의 청구된 주제의 일 실시예가 아님이 가능할 수 있다. 본 문서에서 청구되지 않은, 본 명세서에서 설명된 시스템, 디바이스, 및 방법에 개시된 임의의 주제는 또 다른 보호 수단 예를 들면, 계속 또는 분할 특허 출원의 주제일 수 있고, 출원인, 발명자 또는 소유자는 본 문서에서 그것의 개시에 의해 임의의 이러한 주제를 포기하거나, 부인하거나 또는 대중에게 헌정할 의도가 없다.

[0057] 예시의 간결성 및 명료성을 위해, 적절한 것으로 고려되는 경우, 참조 부호가 대응하거나 유사한 요소를 나타내기 위해 도면 사이에서 반복될 수 있음이 이해될 것이다. 게다가, 다수의 특정 상세는 본 명세서에서 설명된 실시예의 완전한 이해를 제공하기 위해 제시된다. 그러나, 본 명세서에서 설명된 실시예가 이러한 특정 상세 없이 실시될 수 있음이 당업자에 의해 이해될 것이다. 다른 예에서, 잘 알려진 방법, 절차 및 부품은 본 명세서에서 설명된 실시예를 모호하게 하지 않기 위해 상세하게 설명되지 않았다. 게다가, 설명은 본 명세서에서 설명된 실시예의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않을 것이다.

[0058] 본 명세서에서 이용될 때 "실질적으로", "약" 및 "대략적으로"와 같은 정도의 용어는 종료 결과가 크게 변경되지 않는 정도의 수식되는 용어의 합리적인 편차의 양을 의미한다는 점을 유의해야 한다. 이러한 정도의 용어는, 편차가 수식하는 용어의 의미를 무효로 하지 않는다면 수식되는 용어의 이 편차를 포함하는 것으로서 해석되어야 한다.

[0059] 게다가, 본 명세서에서 이용된 바와 같이, 용어구성 "및(그리고)/또는"은 포함적 논리합을 표현하도록 의도된다. 즉, "X 및/또는 Y"는 예를 들면, X 또는 Y 또는 둘 모두를 의미하도록 의도된다. 또 다른 예로서, "X, Y, 및/또는 Z"는 X 또는 Y 또는 Z 또는 이들의 임의 조합을 의미하도록 의도된다.

- [0060] 본 명세서에서 설명되는 다양한 실시예는 일반적으로 위장관 내 하나 이상의 위치를 식별하기 위한, 그리고 일부 실시예에서, 식별된 위치에서 데이터를 수집하고 그리고/또는 약물 및 치료를 포함하는 물질을 방출하기 위한 섭취가능한 디바이스에 관한 것이다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "위장관" 또는 "GI 관"은 식품류를 섭취하고 소화하고, 영양분을 흡수하며, 노폐물을 배출할 책임이 있는 기관계의 모든 부분을 가리킨다. 이것은 구멍 및 기관, 예를 들어, 입, 목구멍, 식도, 위장, 소장, 대장, 직장, 항문 등뿐만 아니라, 상기 언급된 부분을 연결하는 다양한 통로 및 괄약근을 포함한다.
- [0061] 본 명세서에서 이용된 바와 같이, 용어 "반사율"은 디바이스에 의해 방출되고, 디바이스로 다시 반사되며, 디바이스 내 또는 디바이스 상의 검출기에 의해 수신된 광으로부터 유도된 값을 가리킨다. 예를 들면, 일부 실시예에서, 이것은 디바이스에 의해 방출된 광을 언급하며, 광의 일부는 디바이스 외부의 표면에 의해 반사되고, 광은 디바이스에서의 또는 디바이스 상에 위치한 검출기에 의해 수신된다.
- [0062] 본 명세서에서 이용된 바와 같이, 용어("조명")은 임의의 전자기 방사를 가리킨다. 일부 실시예에서, 조명은 적외선(IR), 가시 스펙트럼 및 자외선(UV)의 범위 내에 있을 수 있고, 조명은 100nm 내지 1000nm의 범위의 특정한 파장에 중심을 둔 그것의 파반의 파워를 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 적외선(750nm 내지 1000nm), 적색(600nm 내지 750nm), 녹색(495nm 내지 600nm), 청색(400nm 내지 495nm), 또는 자외선(100nm 내지 400nm) 스펙트럼 중 하나로 제한된 그것의 파워의 파반을 갖는 조명을 이용하는 것이 유리할 수 있다. 일부 실시예에서, 상이한 파장을 갖는 복수의 조명이 이용될 수 있다. 예시적인 목적을 위해, 본 명세서에서 설명된 실시예는 광의 녹색 또는 청색 스펙트럼의 이용을 언급할 수 있다. 그러나, 이들 실시예가 상기 정의된 녹색 또는 청색 스펙트럼 내에 실질적으로 또는 대략적으로 존재하는 파장을 갖는 임의의 적합한 광을 이용할 수 있으며, 본 명세서에서 설명된 측위 시스템 및 방법이 광의 임의의 적합한 스펙트럼을 이용할 수 있음이 이해된다.
- [0063] 이제 도 1을 참조하면, 위장(GI)관 내의 위치를 식별하기 위해 이용될 수 있는 섭취가능한 디바이스(100)의 일 예시적인 실시예의 도면이 도시되어 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스가 광의 상이한 파장으로 동작하는 센서를 활용함으로써 위장, 십이지장, 공장, 또는 회장과 같은 소장의 특정한 부분, 또는 대장에 위치되어 있는지를 자율적으로 결정하도록 구성될 수 있다. 부가적으로, 섭취가능한 디바이스(100)는 그것이 십이지장, 공장, 맹장, 또는 결장과 같은 소장 또는 대장의 특정 부분 내에 위치되는지의 여부를 자율적으로 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0064] 섭취가능한 디바이스(100)는 알약 또는 캡슐과 유사하게 형상화된 하우징(102)을 가질 수 있다. 섭취가능한 디바이스(100)의 하우징(102)은 제 1 단부 부분(104), 및 제 2 단부 부분(106)을 가질 수 있다. 벽체 벽체제 1 단부 부분(104)은 제 1 벽 부분(108)을 포함할 수 있고, 제 2 단부 부분(106)은 제 2 벽 부분(110)을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)의 제 1 단부 부분(104) 및 제 2 단부 부분(106)은 별도로 제조될 수 있고, 연결 부분(112)에 의해 함께 부착될 수 있다.
- [0065] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 광학적으로 투명한 윈도우(114)를 포함할 수 있다. 광학적으로 투명한 윈도우(114)는 가시 스펙트럼, 적외선 스펙트럼, 또는 자외선 광 스펙트럼에서 다양한 유형의 조명에 투명할 수 있으며, 섭취가능한 디바이스(100)는 하우징(102) 내에, 그리고 투명한 윈도우(114) 뒤에 위치한 조명기 및 다양한 센서를 가질 수 있다. 이것은 섭취가능한 디바이스(100)가 섭취가능한 디바이스(100)의 하우징(102) 외부의 환경으로 투명한 윈도우(114)를 통해 상이한 파장의 조명을 송신하고, 하우징(102) 외부의 환경으로부터 투명한 윈도우(114)를 통해 다시 반사되는 조명의 일부로부터 반사율을 검출하도록 구성되는 것을 허용할 수 있다. 섭취가능한 디바이스(100)는 그 다음, 위장관 내의 섭취가능한 디바이스(100)의 위치를 결정하기 위해 반사율의 검출된 레벨을 이용할 수 있다. 일부 실시예에서, 광학적으로 투명한 윈도우(114)는 임의의 형상 및 크기를 가질 수 있고, 섭취가능한 디바이스(100)의 원주 둘레를 감쌀 수 있다. 이 경우에, 섭취가능한 디바이스(100)는 윈도우(114) 뒤에 방위각적으로 상이한 위치에 배치된 센서 및 조명기의 다수의 세트를 가질 수 있다.
- [0066] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 선택적으로, 제 2 벽 부분(110)에서의 개구부(116)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제 2 벽 부분(110)은 (예로서, 섭취가능한 디바이스(100) 내에 수용된 적합한 모터 또는 다른 액추에이터를 통해) 섭취가능한 디바이스(100)의 종축 주위로 회전하도록 구성될 수 있다. 이것은 섭취가능한 디바이스(100)가 개구부(116)를 통해 위장관으로부터 유체 샘플을 얻거나, 위장관으로 물질을 방출하는 것을 허용할 수 있다.
- [0067] 도 2는 섭취가능한 디바이스(100)의 분해도를 도시한다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 선택적으로 회전 어셈블리(118)를 포함할 수 있다. 선택적 회전 어셈블리(118)는 마이크로제어기(예로서, 인쇄 회로

기관(120)에 결합된 마이크로제어기)에 의해 구동된 모터(118-1), 회전 위치 감지 링(118-2), 및 제 2 단부 부분(104) 내에 딱 맞게 맞춰지도록 구성된 저장 서브 유닛(118-3)을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 회전 어셈블리(118)는 제 2 단부 부분(104), 및 개구부(116)가 저장 서브 유닛(118-3)에 대해 회전하게 할 수 있다. 일부 실시예에서, 저장 챔버로서 기능하는 저장 서브 유닛(118-3)의 측 상에 공동이 존재할 수 있다. 개구부(116)가 저장 서브 유닛(118-3)의 측 상의 공동과 정렬될 때, 저장 서브 유닛(118-3)의 측 상의 공동은 섭취가능한 디바이스(100)의 하우징(102) 외부의 환경에 노출될 수 있다. 일부 실시예에서, 저장 서브 유닛(118-3)은 섭취가능한 디바이스(100)가 피험자에게 투여되기 이전에 약물 또는 다른 물질로 로딩될 수 있다. 이 경우에, 약물 또는 다른 물질은 개구부(116)를 저장 서브 유닛(118-3) 내의 공동과 정렬시킴으로써 섭취가능한 디바이스(100)로부터 방출될 수 있다. 일부 실시예에서, 저장 서브 유닛(118-3)은 위장관으로부터 얻어진 유체 샘플을 보유하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 개구부(116)를 저장 서브 유닛(118-3) 내의 공동과 정렬시키도록 구성될 수 있으며, 따라서 위장관으로부터의 유체 샘플이 저장 서브 유닛(118-3) 내의 공동에 진입하는 것을 허용한다. 그 후, 섭취가능한 디바이스(100)는 저장 서브 유닛(118-3)에 대해 제 2 단부 부분(106)을 더 회전시킴으로써 저장 서브 유닛(118-3) 내의 유체 샘플을 밀봉하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 저장 서브 유닛(118-3)은 또한, 섭취가능한 디바이스(100)가 특정 유형의 유체 샘플을 섭취가능한 디바이스(100)로 더 양호하게 끌어들이는 것을 가능하게 할 수 있는 친수성 스폰지를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스(100)가 위장관 내의 사전 결정된 위치에 도달했다고 결정하는 것에 대응하여, 위장관 내로부터 샘플을 얻거나, 위장관으로 물질을 방출하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스가 소장의 공장 부분에 진입했다고 결정하는 것에 대응하여(예로서, 도 9와 관련하여 논의되는 프로세스(900)에 의해 결정되는 바와 같이) 위장관으로부터 유체 샘플을 얻도록 구성될 수 있다. 샘플을 얻거나 물질을 방출할 수 있는 다른 섭취가능한 디바이스는 미국 시리얼 번호 제 14/460,893호, 제 15/680,400호, 및 제 15/699,848호에서 논의되며, 이들 각각의 전체 개시내용은 참조에 의해서 본 명세서에 통합된다. 샘플을 얻거나 물질을 방출하는 임의의 적합한 방법이 본 명세서에서 개시된 섭취가능한 디바이스의 실시예 중 일부에 통합될 수 있으며, 섭취가능한 디바이스의 위치를 결정하기 위한 시스템 및 방법이 임의의 적합한 유형의 섭취가능한 디바이스에 통합될 수 있음이 이해된다.

[0068] 섭취가능한 디바이스(100)는 인쇄 회로 기판(PCB)(120), 및 PCB(120)에 전력을 공급하도록 구성된 배터리(128)를 포함할 수 있다. PCB(120)는 프로그래밍가능한 마이크로제어기, 및 섭취가능한 디바이스(100), 및 섭취가능한 디바이스(100)의 다양한 부품의 동작을 조정하기 위해 펌웨어 또는 소프트웨어를 보유하고 실행하기 위한 제어 및 메모리 회로를 포함할 수 있다. 예를 들면, PCB(120)는 감지 서브 유닛(126)에 의해 수집된 측정치의 데이터 세트와 같은 데이터, 또는 예를 들면, 연관된 흐름도 중 하나 이상과 관련하여 하기에 논의된 것을 포함하는, 본 명세서에서 논의된 프로세스 중 하나 이상과 같은 측위 프로세스를 구현하기 위해 제어 회로에 의해 실행될 명령어를 저장하기 위한 메모리 회로를 포함할 수 있다. PCB(120)는 감지 서브 유닛(126)을 함께 형성하는 검출기(122) 및 조명기(124)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, PCB(120) 내의 제어 회로는 프로세싱 유닛, 통신 회로, 또는 섭취가능한 디바이스(100)를 동작시키기 위한 임의의 다른 적합한 유형의 회로를 포함할 수 있다. 예시적인 목적을 위해, 단일 감지 서브 유닛(126)을 형성하는 단일 검출기(122) 및 단일 조명기(124)만이 도시된다. 그러나, 일부 실시예에서, 각각이 섭취가능한 디바이스(100) 내에서 별개의 조명기 및 검출기를 갖는 다수의 감지 서브 유닛이 존재할 수 있음이 이해된다. 예를 들면, PCB(120)의 원주 둘레에 방위각으로 이격된 몇몇 감지 서브 유닛이 존재할 수 있고, 상기 몇몇 감지 서브 유닛은 섭취가능한 디바이스(100)가 조명을 송신하고 디바이스의 원주 둘레의 모든 방향에서의 반사 또는 주위 광을 검출하는 것을 가능하게 할 수 있다. 일부 실시예에서, 감지 서브 유닛(126)은 섭취가능한 디바이스(100)로부터 방사 방향으로 멀리 원도우(114)를 통해 지향되는 조명기(124)를 이용하여 조명을 발생시키도록 구성될 수 있다. 이 조명은 섭취가능한 디바이스(100) 외부의 환경으로부터 반사될 수 있고, 원도우(114)를 통해 섭취가능한 디바이스(100)로 되돌아오는 반사된 광은 검출기(122)에 의한 반사율로서 검출될 수 있다.

[0069] 일부 실시예에서, 원도우(114)는 임의의 적합한 형상 및 크기를 가질 수 있다. 예를 들면, 원도우(114)는 섭취가능한 디바이스(100)의 전체 원주 주위로 연장될 수 있다. 일부 실시예에서, 원도우 뒤의 상이한 위치에 위치한 복수의 감지 서브 유닛(예로서, 감지 서브 유닛(126)과 유사함)이 존재할 수 있다. 예를 들면, 3개의 감지 서브 유닛은 동일한 중방향 위치에서 원도우의 뒤에 배치될 수 있지만, 방위각으로 120도 이격될 수 있다. 이것은 섭취가능한 디바이스(100)가 섭취가능한 디바이스(100) 주위의 방사상의 모든 방향으로 조명을 송신하고, 대응하는 반사율의 각각을 측정하는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0070] 일부 실시예에서, 조명기(124)는 자외선, 적외선, 또는 가시 스펙트럼의 다양한 상이한 파장의 조명을 생성할 수 있다. 예를 들면, 조명기(124)는 적색 녹색 청색 발광 다이오드 패키지(RGB-LED)를 이용함으로써 구현될 수



있다. 이러한 유형의 RGB-LED 패키지는 적색, 청색, 또는 녹색 조명, 또는 적색, 청색, 또는 녹색 조명의 조합을 송신할 수 있다. 유사하게, 검출기(122)는 조명기(124)에 의해 생성된 조명과 동일한 파장의 반사된 광을 감지하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 조명기(124)가 적색, 청색, 또는 녹색 조명을 생성하도록 구성되면, 검출기(122)는 적색, 청색, 또는 녹색 조명(예로서, 적절하게 구성된 포토다이오드의 이용을 통해)에 의해 생성된 상이한 반사율을 검출하도록 구성될 수 있다. 이들 검출된 반사율은 (예로서, PCB(120)의 메모리 회로 내의) 섭취가능한 디바이스(100)에 의해 저장될 수 있고, 그 다음 위장관 내의 섭취가능한 디바이스(100)의 위치를 결정할 때(예로서, 프로세스(500)(도 5), 프로세스(600)(도 6), 또는 프로세스(900)(도 9)의 이용을 통해) 섭취가능한 디바이스(100)에 의해 이용될 수 있다.

[0071] 섭취가능한 디바이스(100)가 예시적이고, 제한하지 않도록 의도됨이 이해된다. 도 1 및 도 2와 관련하여 설명된 다양한 디바이스 및 메커니즘의 일반적인 형상 및 구조에 대한 수정이 디바이스 및 메커니즘의 기능 및 동작을 크게 변경하지 않고 행해질 수 있음이 이해될 것이다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 제 1 단부 부분(104) 및 제 2 단부 부분(106)으로 분할되기보다 단일 피스의 성형 플라스틱으로 형성된 하우징을 가질 수 있다. 일 대안적인 예로서, 섭취가능한 디바이스(100) 내의 윈도우(114)의 위치는 섭취가능한 디바이스(100)의 중심부와 같은 일부 다른 위치로, 또는 섭취가능한 디바이스(100)의 단부 중 하나로 이동될 수 있다. 게다가, 도 1 내지 도 10과 관련하여 논의된 시스템 및 방법은 섭취가능한 디바이스가 일부 용량에서 반사율 또는 조명의 레벨을 검출할 수 있다면 임의의 적합한 유형의 섭취가능한 디바이스 상에 구현될 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 검출기(122)를 이미지 센서로 대체하도록 수정될 수 있고, 섭취가능한 디바이스는 기록된 이미지를 그것의 개개의 스펙트럼 성분으로 분해함으로써 적색, 청색, 또는 녹색 광의 상대적 레벨을 측정하도록 구성될 수 있다. 도 1 내지 도 11과 관련하여 논의된 시스템 및 방법을 구현하기 위해 활용될 수 있는 측위 능력을 갖는 섭취가능한 디바이스의 다른 예는 미국시리얼 번호 제 15/514,413호에서 논의되고, 이의 전체 내용은 (위에서 주의되는 바와 같이) 본 명세서에 참조에 의해서 통합된다. 또한, 임의의 하나의 실시예에서 설명된 특징부 및 제한이 본 명세서에서의 임의의 다른 실시예에 적용될 수 있고, 하나의 실시예와 관련된 설명 및 예가 임의의 다른 실시예와 적합한 방식으로 조합될 수 있음에 유의해야 한다.

[0072] 도 3은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 위장(GI)관을 통한 일 예시적인 이동 동안의 섭취가능한 디바이스의 도면이다. 섭취가능한 디바이스(300)는 본 발명에서 논의된 임의의 다른 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100)(도 1))의 임의의 부분을 포함할 수 있고, 측위 능력을 갖는 임의의 적합한 유형의 섭취가능한 디바이스일 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(300)는 선택적 개구부(116)(도 1) 또는 선택적 회전 어셈블리(118)(도 2) 없이 섭취가능한 디바이스(100)의 하나의 실시예일 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(300)는 피험자에 의해 섭취될 수 있고, 섭취가능한 디바이스(300)가 위장관을 통과하기 때문에, 섭취가능한 디바이스(300)는 위장관 내의 그것의 위치를 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, (예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해) 섭취가능한 디바이스(300)에 의해 검출된 광의 양 및 섭취가능한 디바이스(300)의 이동은 위장관 내의 섭취가능한 디바이스(300)의 위치에 의존하여 실질적으로 달라질 수 있고, 섭취가능한 디바이스(300)는 위장관 내의 섭취가능한 디바이스(300)의 위치를 결정하기 위해 이 정보를 이용하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(300)는 주변 환경으로부터의 주변 광, 또는 (예로서, 조명기(124)에 의해 발생됨(도 1)) 섭취가능한 디바이스(300)에 의해 발생된 조명에 기초하여 반사율을 검출하고, 이 정보를 사용하여 (예를 들어, 프로세스(500)(도 5), 프로세스(600)(도 6), 또는 프로세스(900)(도 9)의 사용을 통해서) 섭취가능한 디바이스(300)의 위치를 결정할 수 있다. 섭취가능한 디바이스(300)의 현재 위치, 및 섭취가능한 디바이스(300)가 위장관의 다양한 부분들 사이에서 각각의 이동(transition)을 검출한 시간은, 그 다음, 섭취가능한 디바이스(300)에 의해 (예로서, PCB(120)의 메모리 회로(도 2)에) 저장될 수 있고, 임의의 적합한 목적을 위해 이용될 수 있다.

[0073] 섭취가능한 디바이스(300)가 섭취된 직후에, 섭취가능한 디바이스는 피험자의 입을 위장(306)에 연결할 수 있는 식도(302)를 통과할 것이다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(300)는, 섭취가능한 디바이스(300)가 그를 둘러싸는 환경에서 (예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해) 광의 양 및 유형을 측정함으로써 위장관의 식도 부분에 진입했다고 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(300)는 위장관 내에 있는 동안 검출된 광의 레벨과 비교하여, 피험자의 신체의 외부에 있는 동안 (예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해) 가시 스펙트럼에서 더 높은 레벨의 광을 검출할 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(300)는 신체 외부에 있을 때 검출된 전형적인 광의 레벨을 나타내는 미리 저장된 데이터를 (예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 상에) 가질 수 있고, 섭취가능한 디바이스(300)는 검출된 광의 레벨(예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해 검출됨)이 충분한 시간 기간 동안(예로서, 5.0 초) 임계 레벨(예로서, 적어도 20 내지 30% 감소)을 넘어서 감소되었을 때, 신

체로의 진입이 발생했다고 결정하도록 구성될 수 있다.

[0074] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(300)는 괄약근(304)을 통과함으로써 식도(302)로부터 위장(306)으로의 이동을 검출하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(300)는, (예로서, 검출기(122)(도 2)를 통한 또는 섭취가능한 디바이스(300) 내의 온도계를 통한) 광 또는 온도 측정치, (예로서, 섭취가능한 디바이스(300) 내의 pH 미터를 통한) pH 측정치, (예로서, PCB(120)(도 2) 내에 포함된 클럭 회로의 이용을 통해 검출되는 바와 같은) 시간 측정치의 이용과 같은, 그러나 이에 한정되지 않는, 복수의 파라미터에 적어도 부분적으로 기초하여, 그것이 위장(306)에 진입했는지의 여부를 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(300)는 섭취가능한 디바이스(300)의 측정된 온도가 섭씨 31도를 초과하는 것을 검출한 후에 섭취가능한 디바이스(300)가 위장(306)에 진입했다고 결정하도록 구성될 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 섭취가능한 디바이스(300)는, 섭취가능한 디바이스(300)가 섭취된 시간으로부터 1분(또는 또 다른 미리 설정된 시간 지속기간 파라미터, 80초, 90초, 등)이 경과한 이후에, 또는 섭취가능한 디바이스(300)가 그것이 위장관에 진입했음을 검출한 시간으로부터 1분(또는 또 다른 미리 설정된 시간 지속기간 파라미터, 80초, 90초, 등)이 경과한 이후에, 그것이 위장(306)에 진입했다고 자동으로 결정하도록 구성될 수 있다.

[0075] 위장(306)은 상대적으로 크고 개방되고, 동굴 같은 기관이며, 따라서 섭취가능한 디바이스(300)는 상대적으로 큰 운동의 범위를 가질 수 있다. 그에 비해, 섭취가능한 디바이스(300)의 운동은, 모두가 소장을 집합적으로 형성하는 십이지장(310), 공장(314), 및 회장(도시되지 않음)의 관형 구조 내에서 상대적으로 제한된다. 부가적으로, 위장(306)의 내부는, 프로세스(600)(도 6)와 결부하여 이용되 바와 같이, 측정된 반사율의 적절한 이용을 통해(예로서, 검출기(122)(도 2)에 의해 측정된 반사율의 이용을 통해) 위장(306)으로부터 십이지장(310)으로의 이동을 섭취가능한 디바이스(300)가 검출하는 것을 가능하게 할 수 있는, 십이지장(310) 및 공장(314)으로부터 구별되는 광 속성을 갖는다.

[0076] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(300)는 유문(308)을 통해 위장(306)으로부터 십이지장(310)으로의 유문 이동을 검출하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(300)는 녹색 및 청색 파장(예로서, 조명기(124)(도 2)를 통해)에서 조명을 주기적으로 발생시키고, (예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해) 결과적인 반사율을 측정하도록 구성될 수 있다. 섭취가능한 디바이스(300)는 그 다음, 섭취가능한 디바이스(300)가 위장(306), 또는 십이지장(310) 내에 위치되는지의 여부를 결정하기 위해(예로서, 프로세스(600)(도 6)를 통해) 검출된 청색 반사율에 대한 검출된 녹색 반사율의 비를 이용하도록 구성될 수 있다. 결과적으로, 이것은 섭취가능한 디바이스(300)가 위장(306)으로부터 십이지장(310)으로의 유문 이동을 검출하는 것을 가능하게 할 수 있고, 그 일례는 도 6과 관련하여 논의된다.

[0077] 유사하게, 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(300)는 십이지장(310)으로부터 위장(306)로의 역 유문 이동을 검출하도록 구성될 수 있다. 섭취가능한 디바이스(300)는 전형적으로, 위장(306)으로부터 십이지장(310)으로, 그리고 그 이후에 공장(314) 및 위장관의 나머지로 자연스럽고 이동할 것이다. 그러나, 다른 섭취된 물질과 유사하게, 섭취가능한 디바이스(300)는 종종, 피험자의 움직임의 결과로서, 또는 위장관을 갖는 장기의 자연적 거동(behavior)으로 인해 십이지장(310)으로부터 다시 위장(306)으로 이동할 수 있다. 이러한 가능성을 수용하기 위해, 섭취가능한 디바이스(300)는 (예로서, 조명기(124)(도 2)를 통해) 녹색 및 청색 파장에서 조명을 주기적으로 계속하여 발생시키고, 섭취가능한 디바이스(300)가 위장(306)으로 되돌아갔는지의 여부를 검출하기 위해 (예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해) 결과적인 반사율을 측정하도록 구성될 수 있다. 일 예시적인 검출 프로세스는 도 6과 관련하여 부가적으로 상세히 설명된다.

[0078] 십이지장(310)에 진입한 이후에, 섭취가능한 디바이스(300)는 십이지장공장 굴곡(duodenojejunal flexure)(312)를 통해 공장(314)으로의 이동을 검출하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(300)는 공장(314)의 벽을 라이닝하는 부드러운 근육 조직의 수축에 의해 야기된, 공장(314) 내의 연동파를 검출하기 위해 반사율을 이용하도록 구성될 수 있다. 특히, 섭취가능한 디바이스(300)는 공장(314) 내의 근육 수축을 검출하기 위해 충분히 높은 주파수의 조명을 주기적으로 송신하고 결과적인 반사율을 측정(예로서, 감지 서브 유닛(126)(도 2)의 조명기(124) 및 검출기(122)를 통해)하기 시작하도록 구성될 수 있다. 섭취가능한 디바이스(300)는 그 다음, 제 1 근육 수축, 또는 사전 결정된 수의 근육 수축(예로서, 차례로 3개의 근육 수축을 검출한 후의)을 검출하는 것에 대응하여 그것이 공장(314)에 진입했다고 결정할 수 있다. 공장(314)의 벽과의 섭취가능한 디바이스(300)의 상호작용은 또한, 도 4와 관련하여 논의되고, 이 검출 프로세스의 일례는 도 9와 관련하여 부가적으로 상세하게 설명된다.

[0079] 도 4는 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 공장을 통한 일 예시적인 이동 동안의 섭취가능한 디바이스의 도면

이다. 다이어그램(410, 420, 430, 및 440)은 섭취가능한 디바이스(400)가 공장(예로서, 공장(314))을 통과함에 따른 상기 섭취가능한 디바이스, 및 섭취가능한 디바이스(400)가 공장의 벽(406A 및 406B(집합적으로, 벽(406))에 의해 형성된 연동과와 어떻게 상호작용하는지를 묘사한다. 일부 구현에서, 섭취가능한 디바이스(400)는 본 발명에서 논의된 임의의 다른 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100)(도 1) 또는 섭취가능한 디바이스(300)(도 3))의 임의의 부분을 포함할 수 있으며, 측위 능력을 갖는 임의의 적합한 유형의 섭취가능한 디바이스일 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(400)는 윈도우(114)(도 1)와 동일한 윈도우(404), 및 감지 서브 유닛(126)(도 2)과 동일한 감지 서브 유닛(402)을 갖는, 섭취가능한 디바이스(300)(도 3) 또는 섭취가능한 디바이스(100)(도 1)와 실질적으로 유사할 수 있다.

[0080] 다이어그램(410)은 공장의 벽(406)이 이완될 때, 공장 내의 섭취가능한 디바이스(400)를 묘사한다. 일부 실시예에서, 공장의 한정된 튜브형 구조는 윈도우(404)가 벽(406)을 향한 채, 자연스럽게 섭취가능한 디바이스(400)가 공장의 길이를 따라 종방향으로 지향하게 한다. 이러한 방향에서, 섭취가능한 디바이스(400)는 벽(406)을 향해 지향된 조명을 발생시키고(예로서, 조명기(124)(도 2)를 통해), 벽(406)으로 그리고 다시 윈도우(404)를 통해 반사된 조명의 부분으로부터 결과적인 반사율을 검출하기 위해(예로서, 조명기(122)(도 2)를 통해) 감지 서브 유닛(402)을 이용할 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(400)는 조명을 발생시키기 위해 감지 서브 유닛(402)을 이용하고 공장 내의 연동과를 검출하기에 충분한 주파수로 결과적인 반사율을 측정하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 건강한 인간 피험자에서, 연동과는 약 0.05Hz 내지 0.33Hz의 레이트로 발생할 수 있다. 따라서, 섭취가능한 디바이스(400)는 조명을 발생시키고 결과적인 반사율을 적어도 2.5초마다(즉, 0.2Hz 신호를 검출하기 위한 잠재적인 최소 속도), 바람직하게 0.5초마다 1회와 같은 더 높은 레이트로 측정하도록 구성될 수 있고, 이는 더 많은 데이터 포인트가 이용가능하기 때문에 검출 프로세스의 전반적인 신뢰성을 개선시킬 수 있다. 섭취가능한 디바이스(400)가 정확한 간격으로 측정치를 수집할 필요가 없고, 일부 실시예에서, 0.05Hz 내지 0.33Hz 신호를 검출하기 위해 여전히 더 충분한 수의 적절하게 이격된 데이터 포인트가 존재한다면, 섭취가능한 디바이스(400)가 더 많은 불규칙한 간격으로 수집된 데이터를 분석하도록 적응될 수 있음이 이해된다.

[0081] 다이어그램(420)은 공장의 벽(406)이 수축하여 연동과를 형성하기 시작할 때 공장 내의 섭취가능한 디바이스(400)를 묘사한다. 다이어그램(420)은 공장 내에 연동과를 형성하는 벽(406A)의 수축 부분(408A) 및 벽(406B)의 수축 부분(408B)(집합적으로, 벽(406)의 수축 부분(408))을 묘사한다. 연동과는 벽(406)의 상이한 부분이 수축 및 이완함에 따라 공장의 길이를 따라 진행하여, 그것이 벽(406)의 수축 부분(408)이 공장의 길이를 따라 진행하는 것처럼 나타나게 한다(즉, 다이어그램(410 내지 430)에서 좌측으로부터 우측으로 진행하는 수축 부분(408)에 의해 묘사된 바와 같이). 이 위치에 있는 동안, 섭취가능한 디바이스(400)는 발생하는 어떠한 연동과도 존재하지 않을 때 검출된 바와 같이(예로서, 섭취가능한 디바이스(400)가 다이어그램(410)에 표시된 부분에 있을 때 검출된 바와 같이) 반사율의 유사한 레벨을 검출할 수 있다(예로서, 감지 서브 유닛(126)(도 2)의 검출기(122) 및 조명기(124)의 이용을 통해).

[0082] 다이어그램(430)은 공장의 벽(406)이 섭취가능한 디바이스(400)의 주위로 계속해서 수축하고, 팍 조일(squeezing)할 때 공장 내의 섭취가능한 디바이스(400)를 묘사한다. 연동과가 공장의 길이를 따라 진행함에 따라, 벽(406)의 수축 부분(408)은 섭취가능한 디바이스(400)의 주위로 팽팽하게 팍 조일 수 있어서, 벽(406)의 내부 표면을 윈도우(404)와 접촉하게 한다. 이 위치에 있는 동안, 섭취가능한 디바이스(400)는 감지 서브 유닛(402)에 의해 생성된 조명의 결과로서 검출된 반사율의 변화를 검출할 수 있다. 검출된 반사율의 변화의 절대값은 윈도우(404)의 광 속성, 조명의 스펙트럼 성분, 및 벽(406)의 광 속성과 같은 몇몇 인자에 의존할 수 있다. 그러나, 섭취가능한 디바이스(400)는 시간에 걸친 반사율 값을 갖는 데이터 세트를 저장하고, 연동과의 주파수와 일치하는 데이터 세트의 주기적 변화를 탐색한다(예로서, 주파수 도메인에서 데이터 세트를 분석하고, 0.05Hz 내지 0.33Hz 사이의 피크를 검색함으로써). 이것은 섭취가능한 디바이스(400)가, 연동과의 근육 수축을 검출하는 결과로서 발생할 수 있는 반사 신호 진폭의 정확한 변화에 대한 예지 없이 연동과로 인한 근육 수축을 검출하는 것을 가능하게 할 수 있다. 근육 수축을 검출하기 위한 일 예시적인 절차는 도 9와 관련하여 더 논의되고, 섭취가능한 디바이스(400)가 공장 내에 위치하는 동안 수집된 반사율 데이터 세트의 일례가 도 10과 관련하여 논의된다.

[0083] 다이어그램(440)은 연동과가 섭취가능한 디바이스(400)를 지나 이동했을 때, 공장 내의 섭취가능한 디바이스(400)를 묘사한다. 다이어그램(440)은 섭취가능한 디바이스(400)의 단부를 지나 이동한 공장 내의 연동과를 형성하는 수축 부분(408)을 도시한다. 연동과는 벽(406)의 상이한 부분이 수축 및 이완함에 따라 공장의 길이를 따라 진행하여, 그것이 벽(406)의 수축 부분(408)이 공장의 길이를 따라 진행하는 것처럼 나타나게 한다(즉, 다이어그램(410 내지 430)에서 좌측으로부터 우측으로 진행하는 수축 부분(408)에 의해 묘사된 바와 같이). 이 위



치에 있는 동안, 섭취가능한 디바이스(400)는 발생하는 어떠한 연동과도 존재하지 않을 때 검출된 바와 같이(예로서, 섭취가능한 디바이스(400)가 다이어그램(410), 또는 다이어그램(420)에 표시된 부분에 있을 때 검출된 바와 같이) 반사율의 유사한 레벨을 검출할 수 있다(예로서, 감지 서브 유닛(126)(도 2)의 검출기(122) 및 조명기(124)의 이용을 통해).

[0084] 피험자의 중에 의존하여, 연동과는 상대적으로 예측가능한 규칙성으로 발생할 수 있다. 연동과가 (예로서, 다이어그램(440)에 묘사된 바와 같이) 섭취가능한 디바이스(400)를 통과한 후에, 다음 연동과가 형성되기 시작할 때까지 공장의 벽(406)은 다시 이완될 수 있다(예로서, 다이어그램(410)에 묘사된 바와 같이). 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(400)는 그것이 위장관 내에 있는 동안 반사값 데이터를 계속 수집하도록 구성될 수 있고, 시간에 걸쳐 반사값을 갖는 데이터 세트를 저장할 수 있다. 이것은 연동과가 섭취가능한 디바이스(400) 위를 통과함에 따라(예로서, 다이어그램(430)에 묘사된 바와 같이) 섭취가능한 디바이스(400)가 근육 수축의 각각을 검출하는 것을 허용할 수 하고, 섭취가능한 디바이스(400)가 발생하는 근육 수축의 수를 카운트하고, 섭취가능한 디바이스(400)의 현재 위치가 공장 내에 있다고 결정하는 것을 가능하게 할 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(400)는 위장 또는 십이지장의 내부에 있는 동안 가능한 근육 수축에 대해 모니터링하도록 구성될 수 있고, 연동과와 일치하는 근육 수축을 검출하는 것에 대응하여 섭취가능한 디바이스(400)가 공장으로부터 이동했다고 결정할 수 있다.

[0085] 도 5는 섭취가능한 디바이스에 의해 이용된 측위 프로세스의 일부 양태를 도시하는 흐름도이다. 도 5가 예시적인 목적을 위해 섭취가능한 디바이스(100)와 관련하여 설명될 수 있을지라도, 이것은 제한하는 것이 되도록 의도되지 않고, 도 5에서 설명된 측위 절차(500)의 일부 또는 전체는 본 명세서에서 논의된 임의의 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 및 400))에 적용될 수 있으며, 섭취가능한 디바이스 중 임의의 디바이스는 도 5에서 설명된 프로세스의 하나 이상의 부분을 수행하기 위해 이용될 수 있다. 또한, 도 5의 특징부는 본 명세서에서 설명된 임의의 다른 시스템, 방법 또는 프로세스와 조합될 수 있다. 예를 들면, 도 5에서의 프로세스의 부분은 도 6에 의해 설명된 유문 이동 검출 절차, 또는 도 9에 의해 설명된 공장 검출 프로세스에 통합되거나 그와 조합될 수 있다.

[0086] 502에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 (예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해) 주변 광의 측정치를 수집한다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스(100)를 둘러싸는 환경에서 주변 광의 레벨을 주기적으로 측정하도록(예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해) 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 측정되는 주변 광의 유형은 섭취가능한 디바이스(100) 내의 검출기(122)의 구성에 의존할 수 있다. 예를 들면, 검출기(122)가 적색, 녹색, 및 청색 파장의 광을 측정하도록 구성되면, 섭취가능한 디바이스(100)는 주위 환경으로부터 적색, 녹색, 및 청색 광의 주변 양을 측정하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)에 의해 측정된 주변 광의 양은 식도, 위장, 또는 위장관의 다른 부분(예로서, 식도(302), 위장(306), 십이지장(310), 또는 공장(314)(도 3))의 내부에 있을 때의 섭취가능한 디바이스(100)에 의해 측정된 광의 주변 레벨과 비교할 때 신체 외부의 영역에서(예로서, 섭취가능한 디바이스(100)가 피험자에 투여되고 있는 조명이 밝은 실내) 및 피험자의 구강에서 더 클 것이다.

[0087] 504에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 섭취가능한 디바이스가 위장관으로의 진입을 검출했는지의 여부를 결정한다(예로서, PCB(120)(도 2) 내의 제어 회로를 통해). 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 주변 광의 가장 최근의 측정치(예로서, 502에서 수집된 측정치)가, 섭취가능한 디바이스가 위장관에 진입했음을 나타낼 때를 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)가 502에서 주변 광의 측정치를 수집하는 최초에, 섭취가능한 디바이스(100)는 그 측정치를 신체 외부의 주변 광의 전형적인 레벨로서 저장할 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2) 내의 저장 회로를 통해). 섭취가능한 디바이스(100)는 그 다음, 주변 광의 가장 최근의 측정치를 신체 외부의 주변 광의 전형적인 레벨과 비교하고(예로서, PCB(120)(도 2) 내의 제어 회로를 통해), 주변 광의 가장 최근의 측정치가 신체 외부의 주변 광의 전형적인 레벨보다 실질적으로 작을 때 섭취가능한 디바이스(100)가 위장관에 진입했다고 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 주변 광의 가장 최근의 측정치가 신체 외부의 주변 광의 전형적인 레벨의 20% 이하라고 결정하는 것에 대응하여 상기 섭취가능한 디바이스가 위장관에 진입했음을 검출하도록 구성될 수 있다. 섭취가능한 디바이스(100)가 그것이 위장관으로의 진입을 검출했다고(예로서, 섭취가능한 디바이스(100)가 적어도 식도(302)(도 3)에 진입했다고) 결정하면, 프로세스(500)는 506으로 진행한다. 교호적으로, 섭취가능한 디바이스(100)가 그것이 위장관으로의 진입을 검출하지 않았다고 결정하면(예로서, 신체 외부의 주변 광의 전형적인 레벨과 유사한 가장 최근의 측정치의 결과로서), 프로세스(500)는 섭취가능한 디바이스(100)가 또 다른 측정치를 수집하는 502로 다시 진행한다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 사전 결정된 시간(예로서,



5초, 10초, 등)을 기다리고, 그 다음 섭취가능한 디바이스(100)를 둘러싸는 환경으로부터 주변 광의 레벨의 또 다른 측정치를 수집하도록 구성될 수 있다.

[0088] 506에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 식도로부터 위장(예로서, 식도(302)로부터 위장(306)(도 3)으로의)으로의 이동을 기다린다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 위장관에 진입한 후에 사전 결정된 시간 기간을 기다린 후에 그것이 위장(예로서, 위장(306)(도 3))에 진입했다고 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 인간 환자의 전형적인 식도 이동 시간은 15 내지 30초 정도일 수 있다. 이 경우에, 섭취가능한 디바이스(100)가 504에서 위장관에 진입했음을 검출한 후에(즉, 섭취가능한 디바이스(100)가 적어도 식도(302)(도 3)에 도달했음을 검출한 후에), 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스(100)가 적어도 위장(예로서, 위장(306)(도 3))에 진입했다고 자동으로 결정하기 전에 1분, 또는 전형적인 식도 이동 시간(예로서, 90 초)보다 긴 유사한 시간을 대기하도록 구성될 수 있다.

[0089] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 또한, pH 또는 온도의 측정치에 기초하여 그것이 위장에 진입했다고 결정할 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스의 온도가 적어도 섭씨 31도까지 증가하거나(즉, 위장 내부의 온도와 일치함), 섭취가능한 디바이스(100)를 둘러싸는 환경의 측정된 pH가 충분히 산성이면(즉, 위장의 내부에서 발견될 수 있는 위액의 산 성질과 일치함) 섭취가능한 디바이스(100)가 위장에 진입했다고 결정하도록 구성될 수 있다.

[0090] 508에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 섭취가능한 디바이스가 위장(예로서, 위장(306)(도 3))에 진입했음을 나타내는 데이터를 저장한다. 예를 들면, 506에서 충분한 시간을 대기한 후에, 섭취가능한 디바이스(100)는 적어도 위장에 진입한 섭취가능한 디바이스(100)를 나타내는 데이터를(예로서, PCB(120)(도 2)의 저장 회로 내에) 저장할 수 있다. 일단 섭취가능한 디바이스(100)가 적어도 위장에 도달하면, 프로세스(500)는 섭취가능한 디바이스(100)가 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로의 진입을 검출하기 위해 데이터를 수집하도록 구성될 수 있는 510으로 진행한다.

[0091] 일부 실시예에서, 프로세스(500)는 또한, 508로부터 520까지 동시에 진행될 수 있는데, 여기서 섭취가능한 디바이스(100)는 근육 수축을 검출하고 공장(예로서, 공장(314)(도 3))으로의 진입을 검출하기 위해 데이터를 수집하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 520 내지 524에서 공장으로의 진입을 검출할 뿐만 아니라 516 내지 518에서 십이지장으로의 진입을 동시에 모니터링하도록 구성될 수 있다. 이것은 섭취가능한 디바이스(100)가, (예로서, 십이지장을 통한 섭취가능한 디바이스의 매우 빠른 이동 시간의 결과로서) 그것이 십이지장으로의 진입을 처음으로 검출하는데 실패할 때라도 그것이 (예로서, 근육 수축을 검출하는 결과로서) 공장에 언제 진입했는지를 결정하는 것을 허용할 수 있다.

[0092] 510에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 위장(예로서, 위장(306)(도 3))에 있는 동안, 녹색 및 청색 반사율 레벨의 측정치를 수집한다(예로서, 감지 서브 유닛(126)(도 2)의 검출기(122) 및 조명기(124)의 이용을 통해). 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 위장에 있는 동안 녹색 및 청색 반사율 레벨의 측정치를 주기적으로 수집하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 매 5초 내지 15초마다 녹색 조명 및 청색 조명을 송신하고(예로서, 조명기(124)(도 2)를 통해), 결과적인 반사율을 측정하도록(예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해) 구성될 수 있다. 섭취가능한 디바이스(100)가 측정치의 세로인 세트를 수집할 때마다, 측정치는 저장된 데이터 세트에 부가될 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에 저장됨). 섭취가능한 디바이스(100)는 그 다음, 섭취가능한 디바이스(100)가 여전히 위장(예로서, 위장(306)(도 3)), 또는 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3)) 내에 있는지의 여부를 결정하기 위해 이 데이터 세트를 이용할 수 있다.

[0093] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 대략 광의 녹색 스펙트럼(495 내지 600nm 사이)의 제 1 파장의 조명을 발생시키는 것에 기초하여 제 1 반사율을 검출하고, 대략 광의 청색 스펙트럼(400 내지 495nm 사이)의 제 2 파장의 조명을 발생시키는 것에 기초하여 제 2 반사율을 검출하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스는 녹색 스펙트럼의 조명 및 청색 스펙트럼의 조명이 적어도 50nm 만큼 떨어진 파장을 갖는 것을 보장할 수 있다. 이것은 반사율을 검출할 때(예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해) 섭취가능한 디바이스(100)가 2 개의 파장 사이를 충분히 구별하는 것을 가능하게 할 수 있다. 50nm의 분리가 제한적이지 않고 예시적인 것으로 의도되며, 섭취가능한 디바이스(100) 내의 검출기의 정확도에 의존하여, 더 작은 분리가 이용되는 것이 가능할 수 있음이 이해된다.

[0094] 512에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는, 섭취가능한 디바이스가 녹색 및 청색(G/B) 반사율 레벨의 비에 기초하여 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로부터 십이지장(예로서, 십

이장치(310)(도 3))으로의 이동을 검출했는지의 여부를 결정한다(예로서, PCB(120)(도 2) 내의 제어 회로를 이용하여). 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 각각의 시간에서 측정된 바와 같은 청색 반사율에 대한 녹색 반사율의 각각의 비에 대한 이력 데이터를 포함하는 데이터 세트를 (예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로로부터) 얻을 수 있다. 일반적으로 말하면, 인간 피험자의 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))은 위장(예로서, 위장(306)(도 3))에 의해 반사되는 청색 광에 대한 녹색 광의 비와 비교하여 청색 광에 대한 녹색 광의 더 높은 비를 반영한다. 이것에 기초하여, 섭취가능한 디바이스(100)는 최근의 측정치의 결과를 표현하는 데이터 세트로부터의 비의 제 1 세트를 취하고, 과거의 측정치의 결과를 표현하는 데이터 세트로부터의 비의 제 2 세트와 그들을 비교하도록 구성될 수 있다. 섭취가능한 디바이스(100)가 비의 제 1 세트의 평균값이 비의 제 2 세트의 평균값보다 실질적으로 크다고(즉, 반사된 청색 광에 대한 반사된 녹색 광의 비가 증가했다고) 결정할 때, 섭취가능한 디바이스(100)는 그것이 위장(예로서, 위장(306)(도 2))으로부터 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))에 진입했다고 결정할 수 있다. 섭취가능한 디바이스(100)가 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로부터 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로의 이동을 검출하면, 프로세스(500)는 514로 진행하고, 여기서 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스(100)가 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))에 진입했음을 나타내는 데이터를 저장한다. 대안적으로, 섭취가능한 디바이스가, 섭취가능한 디바이스가 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로부터 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로 이동되지 않았다고 결정하면, 프로세스(500)는 여전히 위장(예로서, 위장(306)(도 3))에 있는 동안 녹색 및 청색 반사율 레벨의 더 많은 측정치를 수집하기 위해 510으로 다시 진행한다. 위장과 십이지장 사이의 이동을 모니터링하기 위해 녹색 및 청색 반사율의 측정치를 이용하기 위한 일 예시적인 절차는 도 6과 관련하여 더 상세하게 논의된다.

[0095] 일부 실시예에서, 처음으로 섭취가능한 디바이스(100)가 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로부터 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로의 이동을 검출하면, 섭취가능한 디바이스(100)는 데이터의 제 2 세트(예로서, 위장(306)(도 3)에 있는 동안 이전에 기록된 데이터의 세트)의 평균을 취하고 이것을 위장(예로서, 위장(306)(도 3)) 내에서 검출된 청색 광에 대한 녹색 광의 전형적인 비로서 저장하도록 구성될 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에). 이 저장된 정보는 이후에, 섭취가능한 디바이스(100)가 역 유문 이동의 결과로서, 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로부터 위장(예로서, 위장(306)(도 3))에 재진입할 때를 결정하기 위해 섭취가능한 디바이스(100)에 의해 이용될 수 있다.

[0096] 514에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 섭취가능한 디바이스가 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))에 진입했음을 나타내는 데이터를 저장한다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스(100)가 현재 십이지장에 있다는 것을 나타내는 플래그를 로컬 메모리(예로서, PCB(120)의 메모리 회로) 내에 저장할 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 또한, 섭취가능한 디바이스(100)가 십이지장에 진입한 시간을 나타내는 타임스탬프를 저장할 수 있다. 일단 섭취가능한 디바이스(100)가 십이지장에 도달하면, 프로세스(500)는 섭취가능한 디바이스(100)가 근육 수축을 검출하고 공장(예로서, 공장(314)(도 3))으로의 진입을 검출하기 위해 데이터를 수집하도록 구성될 수 있는 520으로 진행한다. 프로세스(500)는 또한, 514로부터 516으로 진행하며, 여기서 섭취가능한 디바이스(100)는 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로부터 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로의 재진입을 검출하기 위해 부가적인 데이터를 수집하도록 구성될 수 있다.

[0097] 516에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))에 있는 동안 녹색 및 청색 반사율 레벨의 측정치를 수집한다(예로서, 감지 서브 유닛(126)(도 2)을 통해). 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 위장에 있는 동안 510에서 행해진 측정치와 유사하게, 십이지장에 있는 동안 녹색 및 청색 반사율 레벨의 측정치를 주기적으로 수집하도록(예로서, 감지 서브 유닛(126)(도 2)을 통해) 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 매 5초 내지 15초마다 녹색 조명 및 청색 조명을 송신하고(예로서, 조명기(124)(도 2)를 통해), 결과적인 반사율을 측정하도록(예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해) 구성될 수 있다. 섭취가능한 디바이스(100)가 측정치의 새로운 세트를 수집할 때마다, 측정치는 저장된 데이터 세트에 부가될 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에 저장됨). 섭취가능한 디바이스(100)는 그 다음, 섭취가능한 디바이스(100)가 여전히 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3)) 내에 있는지의 여부, 또는 섭취가능한 디바이스(100)가 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로 다시 이동했는지를 결정하기 위해 이 데이터 세트를 이용할 수 있다.

[0098] 518에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비에 기초하여 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로부터 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로의 이동을 결정한다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스

이스(100)에 의해 최근에 수집된 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비를 비교하고(예로서, 516에서 수집된 측정치), 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비가 위장(예로서, 위장(306)(도 3))에서 보이는 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 평균 비와 유사한지의 여부를 결정할 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 위장에서 보이는 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 평균 비를 나타내는 데이터를(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로로부터) 검색하고, 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 최근에 측정된 비가 위장에서의 평균 레벨과 충분히 유사하면(예로서, 위장에서 보이는 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 평균 비의 20% 내에서, 또는 임의의 다른 적합한 임계 레벨 내에서), 섭취량 디바이스(100)가 위장으로 다시 이동되었다고 결정할 수 있다. 섭취가능한 디바이스가 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로부터 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로의 이동을 검출하면, 프로세스(500)은 섭취가능한 디바이스가 위장(예로서, 위장(306)(도 3))에 진입했음을 나타내는 데이터를 저장하기 위해 508로 진행하고, 또 다른 이동을 계속해서 모니터링한다. 대안적으로, 섭취가능한 디바이스가 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로부터 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로의 이동을 검출하지 않으면, 프로세스(500)는 다시 위장으로의 가능한 이동을 지속적으로 모니터링하기 위해 이용될 수 있는, 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))에 있는 동안의 녹색 및 청색 반사율 레벨의 부가적인 측정치를 수집하기 위해 516으로 진행한다. 위장과 십이지장 사이의 이동을 모니터링하기 위해 녹색 및 청색 반사율의 측정치를 이용하기 위한 일 예시적인 절차는 도 6과 관련하여 더 상세하게 논의된다.

[0099] 520에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))에 있는 동안 반사율 레벨의 주기적 측정치를 수집한다(예로서, 감지 서브 유닛(126)(도 2)을 통해). 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 또한 위장에 있는 동안 유사한 주기적 측정치를 수집할 수 있다. 일부 실시예에서, 이들 주기적 측정치는 섭취가능한 디바이스(100)가 공장(예로서, 공장(314)(도 3))으로의 진입을 나타낼 수 있는 근육 수축(예로서, 도 4와 관련하여 논의된 바와 같은 연동파로 인한 근육 수축)을 검출하는 것을 가능하게 할 수 있다. 섭취가능한 디바이스(100)는(예로서, 조명기(124)를 이용하여 조명을 발생시키고, 검출기(122)(도 2)를 이용하여 결과적인 반사율을 검출함으로써) 조명의 임의의 적합한 파장, 또는 조명의 파장의 조합을 이용하여 주기적 측정치를 수집하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 적색, 녹색, 및 청색 조명을 발생시키고, 적색, 녹색, 및 청색 조명을 나타내는 별개의 데이터 세트를 저장하며, 검출된 근육 수축을 나타내는 기록된 데이터에서 주파수 성분을 검색하기 위해 데이터 세트의 각각을 별개로 분석하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 520에서 섭취가능한 디바이스(100)에 의해 수집된 측정치는 피험자의 연동파를 검출하기에 충분히 빠를 수 있다. 예를 들면, 건강한 인간 피험자에서, 연동파는 약 0.05Hz 내지 0.33Hz의 레이트로 발생할 수 있다. 따라서, 섭취가능한 디바이스(400)는 조명을 발생시키고 결과적인 반사율을 적어도 2.5초마다 한번씩(즉, 0.2Hz 신호를 검출하기 위한 잠재적인 최소 속도), 바람직하게 0.5초마다 한번씩 또는 더 빠르게와 같은 더 높은 속도로 측정하며, 결과적인 반사율을 나타내는 값을 데이터 세트에 저장하도록(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에) 구성될 수 있다. 부가적인 데이터를 수집한 후에(예로서, 하나의 새로운 데이터 포인트, 또는 사전 결정된 수의 새로운 데이터 포인트를 수집한 후에), 프로세스(500)는 522로 진행하고, 여기서 섭취가능한 디바이스(100)는 근육 수축이 검출되었는지의 여부를 결정한다.

[0100] 522에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 섭취가능한 디바이스가(예로서, 감지 서브 유닛(126)(도 2)에 의해 수집된 바와 같은) 반사율 레벨의 측정치에 기초하여 근육 수축을 검출하는지의 여부를 결정한다(예로서, PCB(120)(도 2) 내의 제어 회로를 통해). 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 520에서 행해진 측정치의 결과로서 저장된 고정된 양의 데이터를 얻을 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2) 내의 메모리 회로로부터 이전 분의 데이터를 검색함). 섭취가능한 디바이스(100)는 그 다음, 얻어진 데이터를 주파수 도메인으로 변환하고, 연동파와 일치할 주파수 범위에서의 피크를 검색할 수 있다. 예를 들면, 건강한 인간 피험자에서, 연동파는 약 0.05Hz 내지 0.33Hz의 속도로 발생할 수 있고, 섭취가능한 디바이스(100)는 임계값 위의 0.05Hz 내지 0.33Hz 사이의 데이터의 주파수 도메인 표현에서의 피크를 검색하도록 구성될 수 있다. 섭취가능한 디바이스(100)가 반사율 레벨에 기초하여(예로서, 0.05Hz 내지 0.33Hz 사이의 데이터의 주파수 도메인 표현에서의 피크를 검출하는 것에 기초하여) 수축을 검출하면, 프로세스(500)는 디바이스가 공장에 진입했음을 나타내는 데이터를 저장하기 위해 524로 진행한다. 대안적으로, 섭취가능한 디바이스(100)가 근육 수축을 검출하지 않으면, 프로세스(500)는 십이지장에 있는 동안(예로서, 십이지장(310)(도 3)) 반사율 레벨의 주기적 측정치를 수집하기 위해 520으로 진행한다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 근육 수축이 검출되었음을 나타내는 데이터를(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로로부터) 검색하고, 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 최근에 측정된 비가 위장에서의 평균 레벨과 충분히 유사하면(예로서, 위장에서 보이는 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 평균 비의 20% 내에서, 또는 임의의 다른 적합한 임계 레벨 내에서), 섭취량 디바이스(100)가 위장으로 다시 이동되었다고 결정할 수 있다. 섭취가능한 디바이스가 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로부터 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로의 이동을 검출하면, 프로세스(500)은 섭취가능한 디바이스가 위장(예로서, 위장(306)(도 3))에 진입했음을 나타내는 데이터를 저장하기 위해 508로 진행하고, 또 다른 이동을 계속해서 모니터링한다. 대안적으로, 섭취가능한 디바이스가 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로부터 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로의 이동을 검출하지 않으면, 프로세스(500)는 다시 위장으로의 가능한 이동을 지속적으로 모니터링하기 위해 이용될 수 있는, 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))에 있는 동안의 녹색 및 청색 반사율 레벨의 부가적인 측정치를 수집하기 위해 516으로 진행한다. 위장과 십이지장 사이의 이동을 모니터링하기 위해 녹색 및 청색 반사율의 측정치를 이용하기 위한 일 예시적인 절차는 도 6과 관련하여 더 상세하게 논의된다.



리 회로 내에) 저장할 수 있고, 프로세스(500)는 충분한 수의 근육 수축이 검출될 때까지 522로부터 524로 진행하지 않을 것이다.

[0101] 524에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 디바이스가 공장(예로서, 공장(314)(도 3))에 진입했음을 나타내는 데이터를 저장한다(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에). 예를 들면, 근육 수축이 522에서 발생했음을 검출하는 것에 대응하여, 섭취가능한 디바이스(100)는 그것이 공장(314)에 진입했고, 더 이상 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3)) 또는 위장(예로서, 위장(306)(도 3))의 내부에 존재하지 않는다고 결정할 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 공장에 있는 동안 근육 수축을 계속 측정할 수 있고, 시간에 걸친 근육 수축의 빈도, 수, 또는 세기를 나타내는 데이터를 저장할 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에). 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 또한, 하나 이상의 이동을 모니터링하도록 구성될 수 있다. 이러한 이동은 공장으로부터 회장으로의 이동, 회장에서부터 맹장으로의 회맹 이동, 맹장에서부터 결장으로의 이동을 포함하거나, 신체로부터 출구를 검출할 수 있다(예로서, 반사율, 온도, 또는 주변 광의 레벨을 측정함으로써).

[0102] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 또한, 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로의 진입을 검출한 후에 사전 결정된 시간이 경과한 이후 그것이 공장(예로서, 공장(314)(도 3))에 진입했다고 결정할 수 있다. 예를 들면, 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로부터 다시 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로의 역 유문 이동을 제외하고, 섭취가능한 디바이스가 건강한 인간 피험자에서 십이지장에서부터 공장에 도달하는 전형적인 이동 시간은 3분 미만이다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 따라서, 그것이 십이지장 내에서 적어도 3분을 소비한 후 공장에 진입했다고 자동적으로 결정하도록 구성될 수 있다. 이 결정은 측정된 근육 수축(예로서, 522에서 행해진 결정)에 기초하여 행해진 결정과는 별개로 이루어질 수 있고, 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 근육 수축을 검출하거나, 십이지장에 진입한지 3분이 경과한 이후에 대응하여 그것이 공장에 진입했다고 결정할 수 있다(예로서, 섭취가능한 디바이스가 십이지장에 진입한 시간을 나타내는 514에서 데이터를 저장함으로써 결정된 바와 같음).

[0103] 예시적인 목적을 위해, 프로세스(500)의 512 내지 518은 녹색 반사율 및 청색 반사율을 측정하고, 2개의 반사율의 비를 산출하며, 섭취가능한 디바이스가 십이지장과 위장 사이에서 이동한 때를 결정하기 위해 이 정보를 이용하는 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))를 설명한다. 그러나, 일부 실시예에서, 선택된 광의 파장이 위장 및 십이지장 내에서 상이한 반사 속성을 갖는다면(예로서, 위장 조직 및 십이지장의 조직의 상이한 반사 계수의 결과로서), 녹색 및 청색 이외의 다른 파장의 광이 이용될 수 있다.

[0104] 도 5를 포함하는 본 개시내용의 흐름도의 단계 및 설명이 단지 예시적임이 이해될 것이다. 도 5를 포함하는 흐름도의 단계 중 임의의 단계 및 설명은 수정되고, 생략되고, 재배열되며, 대안적인 순서로 또는 동시에 수행될 수 있으며, 본 개시내용의 범위를 벗어나지 않고 2 개 이상의 단계가 조합될 수 있거나, 임의의 부가적인 단계가 추가될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 전체 계산 시간을 가속시키기 위해 다수의 데이터 세트의 평균 및 표준 편차를 동시에 산출할 수 있다. 또 다른 예로서, 섭취가능한 디바이스(100)는 위장 및 십이지장으로의 그리고 그로부터의 이동을 결정하기 위해 녹색 및 청색 반사율 레벨을 동시에 수집하면서(예로서, 510 내지 518) 데이터 주기적 측정치를 수집하고 가능한 근육 수축을 검출할 수 있다(예로서, 520 내지 522에서). 또한, 도 5의 단계 및 설명이 프로세스(600)(도 6) 및 프로세스(900)(도 9)를 포함하는 본 명세서에서 설명된 임의의 다른 시스템, 디바이스, 또는 방법과 조합될 수 있고, 본 명세서에서 논의된 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400)) 또는 시스템 중 임의의 것이 도 5에서의 단계 중 하나 이상을 수행하기 위해 이용될 수 있음에 유의해야 한다.

[0105] 도 6은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 위장에서부터 십이지장으로 그리고 다시 십이지장에서부터 위장으로의 이동을 검출하기 위한 프로세스의 일부 양태를 도시하는 흐름도이다. 일부 실시예에서, 프로세스(600)는 섭취가능한 디바이스가 먼저 그것이 위장에 진입했다는 것을 검출할 때 시작될 수 있고, 섭취가능한 디바이스가 그것이 위장 또는 십이지장 내에 있다고 결정하는 한 지속될 것이다. 일부 실시예에서, 프로세스(600)는 섭취가능한 디바이스가 그것이 공장에 진입했다고, 또는 그렇지 않으면 십이지장 및 위장을 지나 진행했다고 결정할 때 단지 종료될 수 있다. 도 6이 예시적인 목적을 위해 섭취가능한 디바이스(100)와 관련하여 설명될 수 있을지라도, 이것은 제한하는 것이 되도록 의도되지 않고, 도 6에서 설명된 십이지장 검출 프로세스(600)의 일부 또는 전체는 본 명세서에서 논의된 임의의 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))에 적용될 수 있으며, 섭취가능한 디바이스 중 임의의 디바이스는 도 6에서 설명된 프로세스의 하나 이상의 부분을 수행하기 위해 이용될 수

있다. 또한, 도 6의 특징부는 본 명세서 설명된 임의의 다른 시스템, 방법 또는 프로세스와 조합될 수 있다. 예를 들면, 도 6의 프로세스에 의해 설명된 프로세스의 일부는 도 5와 관련하여 논의된 프로세스(500)에 통합될 수 있다.

[0106] 602에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 시간에 걸쳐 측정된 청색 반사율 레벨 대 측정된 녹색 반사율 레벨의 비로 데이터 세트를 검색한다(예로서, PCB(120)(도 2) 내의 메모리 회로로부터). 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는 (예로서, 프로세스(500)(도 5)의 510 또는 516에서 기록된 바와 같은) 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 최근에 기록된 비를 포함하는 데이터 세트를 PCB(120)로부터 검색한다. 일부 실시예에서, 검색된 데이터 세트는 시간에 걸쳐 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비를 포함할 수 있다. 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비의 데이터 세트의 예시적인 플롯은 도 7 및 도 8과 관련하여 더 논의된다.

[0107] 604에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 데이터 세트에 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비의 새로운 측정치(예로서, 감지 서브 유닛(126)(도 2)으로 행해진 바와 같은)를 포함한다. 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는 녹색 및 청색 조명을 송신하고(예로서, 조명기(124)(도 2)를 통해), 녹색 및 청색 조명으로 인해 수신된 반사율의 양을 검출하며(예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해), 및 수신된 반사율의 양을 나타내는 데이터를 저장함으로써(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로에) 때때로 새로운 데이터를 기록하도록 구성될 수 있다. 선택가능한 디바이스(100)는 5초 내지 15초마다, 또는 임의의 다른 편리한 시간 간격으로 새로운 데이터를 기록하도록 구성될 수 있다. 예시적인 목적을 위해, 선택가능한 디바이스(100)는 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비를 저장 및 검색하는 것으로서 설명된다(예로서, 검출된 녹색 반사율의 양이 주어진 시간에서의 검출된 청색 반사율의 양과 동일하면, 그 주어진 시간에서 녹색 및 청색 반사율의 비는 "1.0"이 될 것이다); 그러나, 녹색 반사율 데이터 및 청색 반사율 데이터가 선택가능한 디바이스(100)의 메모리 내에 별도로 저장(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에 2개의 별개의 데이터 세트로서 저장)될 수 있음이 이해된다.

[0108] 606에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 제 1 슬라이딩 윈도우 필터를 데이터 세트에 적용함으로써 최근의 데이터의 제 1 서브세트를 검색한다. 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는 데이터 세트 내의 사전 결정된 양의 가장 최근의 데이터를 얻기 위해 슬라이딩 윈도우 필터를 이용할 수 있고, 상기 데이터 세트는 604에서 얻어진 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비의 임의의 새로운 값을 포함할 수 있다. 예를 들면, 선택가능한 디바이스는 데이터 세트로부터 10 개 내지 40 개의 데이터 포인트 사이에서 선택하도록 구성될 수 있거나, 선택가능한 디바이스(100)는 15초 데이터와 5분 데이터 사이의 사전 결정된 범위의 데이터 값을 선택하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 측정치가 얼마나 자주 기록되는지, 그리고 가까이 있는 특정한 애플리케이션에 의존하여, 다른 범위의 데이터가 선택될 수 있다. 예를 들면, 제 2 슬라이딩 윈도우에서 선택된 데이터(예로서, 614에서 선택된 데이터의 제 2 서브세트) 사이의 통계적으로 중요한 차를 검출하기가 충분하다면, 임의의 적합한 양의 데이터가 슬라이딩 윈도우에서 선택될 수 있다.

[0109] 일부 실시예에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 또한, 데이터 세트로부터 이상점(outliers)을 제거하거나, 데이터 세트에서 원하지 않는 노이즈를 제거하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는 먼저 윈도우 필터를 데이터 세트에 적용함으로써 값의 가공되지 않은 세트를 얻음으로써(예로서, 포함될 데이터의 특정 범위를 선택함으로써) 데이터의 제 1 서브세트, 또는 데이터의 임의의 다른 서브세트를 선택할 수 있다. 선택가능한 디바이스(100)는 그 다음; 예를 들면, 가공되지 않은 세트의 값의 평균값, 또는 임의의 다른 적합한 임계치로부터의 3 개의 표준 편차를 초과하는 데이터 포인트를 식별함으로써 가공되지 않은 세트의 값에서 이상점을 식별하도록 구성될 수 있다. 선택가능한 디바이스(100)는 그 다음, 가공되지 않은 세트의 값으로부터 이상점을 제거함으로써 데이터의 서브세트를 결정할 수 있다. 이것은 선택가능한 디바이스(100)가 그것이 위장 또는 십이지장 내에 위치되는지의 여부를 결정할 때 거짓 정보를 회피하는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0110] 608에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 가장 최근에 검출된 위치가 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))인지의 여부를 결정한다. 일부 실시예에서, 선택가능한 디바이스(100)는, 선택가능한 디바이스(100)가 그 자신이 그 내부에 존재하는 것으로 검출된 위장관의 가장 최근의 부분을 나타내는 데이터 플래그를 저장할 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에). 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)가 위장으로의 진입을 검출할 때마다(예로서, 610에서 행해진 결정의 결과로서 위장(306)(도 3)으로의 진입을 검출할 때마다), 선택가능한 디바이스(100)가 위장에 존재함을 나타내는 플래그가 메모리에 저

장된다(예로서, 612에서 데이터를 저장하는 일부로서). 선택가능한 디바이스(100)가 후속적으로, 십이지장으로의 진입을 검출하면(예로서, 624에서 행해진 결정의 결과로서 십이지장(310)(도 3)으로의 진입을 검출하면), 선택가능한 디바이스(100)가 십이지장에 있음을 나타내는 또 다른 상이한 플래그가 메모리에 저장된다(예로서, 624에서 데이터를 저장하는 일부로서). 이 경우에, 선택가능한 디바이스(100)는 608에서 가장 최근에 저장된 플래그를 검색하고, 플래그가 선택가능한 디바이스(100)가 가장 최근에 십이지장 내에 있었음을 나타내는지의 여부를 결정할 수 있다. 선택가능한 디바이스(100)가 그것이 가장 최근에 십이지장에 있었음을 검출하면, 프로세스(600)는 선택가능한 디바이스가 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비의 최근의 측정치(예로서, 606에서 행해진 최근의 측정치를 포함하는 측정치)를 위장 내에서 측정된 전형적인 비와 비교하고, 십이지장에서부터 다시 위장으로의 역 유문 이동이 발생했는지의 여부를 결정하기 위해 이 정보를 이용하는 610으로 진행한다. 교호적으로, 선택가능한 디바이스(100)가 그것이 최근에 십이지장에 있지 않았다고 검출하면(예로서, 그것이 대신에 위장에 있기 때문에), 프로세스(600)는 선택가능한 디바이스가 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비의 최근의 측정치를 과거의 측정치와 비교하고(예로서, 606에서 행해진 최근의 측정치를 포함하는 측정치), 위장에서부터 십이지장으로의 유문 이동이 발생했는지의 여부를 결정하기 위해 이 정보를 이용하는 614로 진행한다.

[0111] 선택가능한 디바이스가 그것이 가장 최근에 십이지장에 있었다고 결정했을 때 프로세스(600)는 608로부터 610으로 진행된다. 610에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 현재 G/B 신호가 위장에서 기록된 평균 G/B 신호와 유사한지의 여부를 결정한다(예로서, PCB(120)(도 2) 내의 제어 회로를 통해). 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는 위장에서 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 평균 비를 나타내는 이전에 저장된 데이터(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에)를 갖도록 구성될 수 있다. 선택가능한 디바이스(100)는 그 다음, 위장에서 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 평균 비를 나타내는 이 저장된 데이터를 검색하고, 선택가능한 디바이스(100)가 십이지장에서부터 위장으로 다시 되돌아왔는지의 여부를 결정하기 위해 이것을 최근의 측정치에 대해 비교할 수 있다. 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는 최근의 데이터의 제 1 서브세트의 평균값(즉, 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 최근 측정된 비의 평균값)이 위장 내에서 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 평균 비 미만이거나, 위장 내에서 측정된 평균 비 플러스 위장 내에서 측정된 비의 표준 편차를 사전 결정된 수로 곱한 값 미만인지를 결정할 수 있다. 예를 들면, 위장에서 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 평균 비가 "1"이었고, 표준 편차가 "0.2"이면, 선택가능한 디바이스(100)는 데이터의 제 1 서브세트의 평균값이  $1.0 + k \times 0.2$  미만인지의 여부를 결정할 수 있고, 여기서 "k"는 0과 5 사이의 수이다. 일부 실시예에서, 선택가능한 디바이스(100)가 최근의 데이터의 제 1 서브세트의 평균값이 위장 내에서 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 평균 비와 충분히 유사한지의 여부를 결정하기 위해 상이한 임계 레벨을 이용하도록 구성될 수 있음이 이해된다. 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 최근의 비가 위장에서 보여진 측정된 녹색 및 청색 반사율 레벨의 평균 비와 유사하다고 결정하는 것에 대응하여, 프로세스(600)는 선택가능한 디바이스(100)가 그것이 십이지장에서부터 위장으로 재진입했다는 것을 나타내는 데이터를 저장하는 612로 진행한다. 교호적으로, 측정된 녹색 및 청색 반사율 레벨의 최근의 비가 위장에서 보여진 측정된 녹색 및 청색 반사율 레벨의 평균 비와 충분히 상이하다고 결정하는 것에 대응하여, 선택가능한 디바이스(100)는 604로 직접 진행하고, 지속적으로 새로운 데이터를 계속해서 얻는다.

[0112] 612에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 십이지장에서부터 위장으로의 역 유문 이동이 검출되었음을 나타내는 데이터를 저장한다. 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는, 선택가능한 디바이스(100)가 그 자신이 위장관의 위장 부분(예로서, 위장(306)(도 3)) 내에 있는 것으로 가장 최근에 검출한 것을 나타내는 데이터 플래그를 저장할 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에). 일부 실시예에서, 선택가능한 디바이스(100)는 또한, 선택가능한 디바이스(100)가 십이지장에서부터 위장으로의 역 유문 이동을 검출한 시간을 나타내는 데이터를 저장할 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에). 이 정보는 608에서 선택가능한 디바이스(100)에 의해 이용될 수 있고, 결과적으로 프로세스(600)는 618로부터 610으로 진행하기보다는, 608로부터 614로 진행할 수 있다. 선택가능한 디바이스(100)가 십이지장에서부터 위장으로의 역 유문 이동이 검출되었음을 나타내는 데이터를 저장한 후에, 프로세스(600)는 선택가능한 디바이스(100)가 부가적인 측정치를 계속 수집하는 604로 진행하고, 위장과 십이지장 사이의 또 다른 이동을 계속 모니터링한다.

[0113] 프로세스(600)는 선택가능한 디바이스가 그것이 가장 최근에 십이지장에 있지 않았다고 결정했을 때(예로서, 그 대신에 가장 최근에 위장에 있었던 결과로서) 608로부터 614로 진행한다. 614에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 제 2 슬라이딩 윈도우 필터를 데이터 세트에 적



용함으로써 이전 데이터의 제 2 서브세트를 검색한다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 과거 시간 범위로부터 사전 결정된 양의 더 오래된 데이터를 얻기 위해 슬라이딩 윈도우 필터를 이용할 수 있고, 상기 과거 시간 범위는 606에서 수집된 데이터의 제 1 서브세트를 선택하기 위해 이용된 최근의 시간 범위로부터 사전 결정된 시간 기간 만큼 분리될 수 있다. 일부 실시예에서, 임의의 적합한 양의 데이터는 제 1 및 제 2 윈도우 필터에 의해 선택될 수 있고, 제 1 및 제 2 윈도우 필터는 임의의 적절한 사전 결정된 시간 만큼 분리될 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예에서, 제 1 윈도우 필터 및 제 2 윈도우 필터는 각각 데이터 세트로부터 사전 결정된 범위의 데이터 값을 선택하도록 구성될 수 있으며, 사전 결정된 범위는 15초의 데이터와 5분의 데이터 사이이다. 일부 실시예에서, 최근의 측정치 및 과거의 측정치는 그 다음, 사전 결정된 범위의 데이터 값의 1 내지 5배 사이에 있는 사전 결정된 시간 기간 만큼 분리될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 각각이 데이터 세트로부터 선택된(즉, 1분의 사전 결정된 범위를 갖도록 선택됨) 1분의 데이터인 것이 되도록 데이터의 제 1 서브세트 및 데이터의 제 2 서브세트를 선택할 수 있고, 데이터의 제 1 서브세트 및 데이터의 제 2 서브세트는 적어도 2분 떨어져 있는(즉, 사전 결정된 시간 기간은 2분이고, 이는 윈도우 필터를 이용하여 데이터의 서브세트를 선택하기 위해 이용된 범위의 2배임) 기록된 측정치로부터 선택된다. 또 다른 예로서, 섭취가능한 디바이스(100)는 각각이 데이터세트로부터 선택된(즉, 5분의 사전 결정된 범위를 갖도록 선택됨) 5분의 데이터인 것이 되도록 데이터의 제 1 서브세트 및 데이터의 제 2 서브세트를 선택할 수 있고, 데이터의 제 1 서브세트 및 데이터의 제 2 서브세트는 적어도 10분 떨어져 있는(즉, 사전 결정된 시간 기간은 2분이고, 이는 윈도우 필터를 이용하여 데이터의 서브세트를 선택하기 위해 이용된 범위의 2배임) 기록된 측정치로부터 선택된다.

[0114] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)가 최근에 심이지장으로부터 위장으로 이동되면(예로서, 612에서 섭취가능한 디바이스(100) 내에 저장된 최근의 데이터를 검사함으로써 결정된 바와 같이), 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스(100)가 위장 내에 있는 것으로 알려질 때의 시간 프레임으로부터 614에서 데이터의 제 2 서브세트를 선택할 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 데이터의 제 2 서브세트 대신에 위장 내의 녹색 반사율 및 청색 반사율의 비에 대해 이전에 기록된 평균 및 표준 편차를 교대로 선택할 수 있다(예로서, 620에서 PCB(120)의 메모리 회로 내에 이전에 기록된 바와 같은, 위장 내에 기록된 데이터를 대표하는 평균 및 표준 편차). 이 경우에, 섭취가능한 디바이스(100)는 제 2 서브세트의 평균 및 표준 편차를 산출하기 위해 리소스를 소비하기보다는, 616에서 결정할 때 이전에 기록된 평균 및 이전에 기록된 표준 편차를 단순히 이용할 수 있다.

[0115] 616에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 제 2 서브세트의 평균과 제 1 서브세트의 평균 사이의 차가 제 1 서브세트의 표준 편차의 사전 결정된 배수보다 큰지의 여부를 결정한다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 최근의 데이터의 제 1 서브세트의 평균과 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 평균 사이의 차를 계산하고, 이 차가 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 표준 편차의 3배보다 큰지의 여부를 결정할 수 있다. 일부 실시예에서, 표준 편차의 1배 내지 5배 사이의 임의의 값과 같은, 표준 편차의 3배가 아닌 임의의 편리한 임계 레벨이 이용될 수 있다는 것이 이해된다. 또한, 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스는 대신에, 제 1 서브세트 대신에 제 2 서브세트의 표준 편차에 기초하여 임계 레벨을 설정할 수 있다. 제 1 서브세트의 평균과 제 2 서브세트의 평균 사이의 차가 제 2 서브세트의 표준 편차의 사전 결정된 배수보다 크다고 결정하는 것에 대응하여, 프로세스(600)는 618로 진행한다. 그렇지 않으면, 프로세스(600)는 다시 604로 진행하고, 여기서 섭취가능한 디바이스(604)는 위장(예로서, 위장(306)(도 3))과 심이지장(예로서, 심이지장(310)(도 3)) 사이의 이동을 모니터링할 때 이용될 새로운 데이터를 계속 수집한다.

[0116] 618에서, 최근의 데이터의 제 1 서브세트의 평균과 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 평균 사이의 차가 제 2 서브세트의 표준 편차보다 큰 것으로 산출되는 점의, 616에서 행해진 결정이 처음인지의 여부를 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 결정한다(예로서, PCB(120)(도 2) 내의 제어 회로를 통해). 섭취가능한 디바이스가 이것이 제 1 서브세트의 평균과 제 2 서브세트의 평균 사이의 차가 제 2 서브세트의 표준 편차보다 큰 것으로 산출되는 것이 처음이라고 결정하면, 위장에서 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 평균을 평균 G/B 신호로서 저장하기 위해 프로세스(600)는 620으로 진행한다. 대안적으로, 섭취가능한 디바이스가, 616에서 행해진 직전의 결정이 최근의 데이터의 제 1 서브세트의 평균과 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 평균 사이의 차가 제 2 서브세트의 표준 편차보다 큰 것으로 산출되는 것이 처음이 아니라고 결정하면, 프로세스(600)는 622로 직접 진행한다.

[0117] 620에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 제 2 서브세트의 평균을 위장에서의 평균 G/B 신호로서 저장한다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 위장에서 측정된, 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 평균 비로서 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 평균을 저장

(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에 저장)하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 또한, 위장 내에서 검출된 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비의 전형적인 표준 편차로서 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 표준 편차를 저장할 수 있다. 이 저장된 정보는 장래의 데이터에 대해 비교하기 위해(예로서, 610에서) 나중에 섭취가능한 디바이스에 의해 이용될 수 있고, 이는 섭취가능한 디바이스가 십이지장(예로서, 십이지장(310)(도 3))으로부터의 다시 위장(예로서, 위장(306)(도 3))으로의 역 유문 이동을 검출하는 것을 가능하게 할 수 있고, 일반적으로 위장으로부터 수집된 다른 실험적 데이터 대신에 이용될 수 있다(예로서, 616에서 데이터의 제 2 서브세트 대신에). 위장에서의 평균 G/B 신호로서 제 2 서브세트의 평균을 저장한 후에, 프로세스(600)는 622로 진행한다.

[0118] 622에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 평균에 대한 최근의 데이터의 제 1 서브세트의 평균의 차가 사전 결정된 임계치("M")보다 큰지의 여부를 결정한다. 일부 실시예에서, 사전 결정된 임계치("M")는 제 1 서브세트의 평균이 제 2 서브세트의 평균보다 실질적으로 큰 것을 보장하기에 충분히 클 것이고, 섭취가능한 디바이스(100)가 그것이 십이지장으로의 실제 이동을 검출했음을 보장하는 것을 가능하게 할 수 있다. 이것은 특히, 616에서 행해진 결정이 비정상적으로 작은 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 표준 편차로 인해 잠재적으로 신뢰가능하지 않을 때 이룰 수 있다. 예를 들면, 사전 결정된 임계치("M")의 전형적인 값은 0.1 내지 0.5 정도일 수 있다. 섭취가능한 디바이스(100)가 과거의 데이터의 제 2 서브세트에 대한 최근의 데이터의 제 1 서브세트의 평균의 차가 사전 결정된 임계치보다 크다고 결정하면, 프로세스(600)는 위장으로부터 십이지장으로의(예로서, 위장(306)으로부터 십이지장(310)(도 3)으로) 유문 이동이 검출되었음을 나타내는 데이터를 저장하기 위해 624로 진행한다. 대안적으로, 섭취가능한 디바이스가 제 2 서브세트에 대한 제 1 서브세트의 평균의 비가 사전 결정된 임계치("M") 이하라고 결정하면(즉, 십이지장으로의 이동이 발생하지 않았다고 결정하면), 프로세스(600)는 섭취가능한 디바이스(100)가 계속해서 새로운 측정을 행하고 위장과 십이지장 사이의 가능한 이동을 모니터링하는 604로 직접 진행한다.

[0119] 일부 실시예에서, 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 평균에 대한 최근의 데이터의 제 1 서브세트의 평균의 차를 이용하는 대신에, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 평균에 대한 최근의 데이터의 제 1 서브세트의 평균의 비가 사전 결정된 임계치("M")보다 큰지의 여부를 결정한다. 일부 실시예에서, 사전 결정된 임계치("M")는 제 1 서브세트의 평균이 제 2 서브세트의 평균보다 실질적으로 큰 것을 보장하기에 충분히 클 것이고, 섭취가능한 디바이스(100)가 그것이 십이지장으로의 실제 이동을 검출했음을 보장하는 것을 가능하게 할 수 있다. 이것은 특히, 616에서 행해진 결정이 비정상적으로 작은 과거의 데이터의 제 2 서브세트의 표준 편차로 인해 잠재적으로 신뢰가능하지 않을 때 이룰 수 있다. 예를 들면, 사전 결정된 임계치("M")의 전형적인 값은 대략 1.2 내지 2.0일 수 있다. 임의의 편리한 유형의 임계치 또는 산출이 데이터의 제 1 서브세트 및 데이터의 제 2 서브세트가 둘 모두 통계적으로 서로 다르고, 또한 전체 평균값의 관점에서 서로 실질적으로 상이한지의 여부를 결정하기 위해 이용될 수 있음이 이해된다.

[0120] 624에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 위장으로부터 십이지장으로의 유문 이동이 검출되었음을 나타내는 데이터를 저장한다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스(100)가 그 자신이 위장관의 십이지장 부분(예로서, 십이지장(310)(도 3)) 내에 있는 것으로 가장 최근에 검출됨을 나타내는 데이터 플래그를 저장할 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에). 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 또한, 섭취가능한 디바이스(100)가 위장으로부터 십이지장으로의 유문 이동을 검출한 시간을 나타내는 데이터를 저장할 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로 내에). 이 정보는 608에서 섭취가능한 디바이스(100)에 의해 이용될 수 있고, 결과적으로 프로세스(600)는 618로부터 614로 진행하기보다는 608로부터 610으로 진행할 수 있다. 섭취가능한 디바이스(100)가 위장으로부터 십이지장으로의 유문 이동이 검출되었음을 나타내는 데이터를 저장한 후에, 프로세스(600)는 섭취가능한 디바이스(100)가 부가적인 측정치를 계속해서 수집하고, 위장과 십이지장 사이의 또 다른 이동을 계속 모니터링하는 604로 진행한다.

[0121] 도 6을 포함하는 본 개시내용의 흐름도의 단계 및 설명이 단지 예시적임이 이해될 것이다. 도 6을 포함하는 흐름도의 단계 중 임의의 단계 및 설명은 수정되고, 생략되고, 재배열되며, 대안적인 순서로 또는 동시에 수행될 수 있으며, 본 개시내용의 범위를 벗어나지 않고 2 개 이상의 단계가 조합될 수 있거나, 임의의 부가적인 단계가 추가될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 전체 계산 시간을 가속시키기 위해 다수의 데이터 세트의 평균 및 표준 편차를 동시에 산출할 수 있다. 또한, 도 6의 단계 및 설명이 본 명세서에서 설명된 임의의 다른 시스템, 디바이스, 또는 방법과 조합될 수 있고, 본 명세서에서 논의된 섭취가능한 디바이스 또는 시스템 중 임의의 것이 도 6에서의 단계 중 하나 이상을 수행하기 위해 이용될 수 있음에 유의해야 한다. 예를 들면, 프로세스(600)의 일부는 프로세스(500)의 508 내지 516에 통합될 수 있고(도 5), 섭취가능한 디바이스의



위치를 결정하기 위한 더 일반적인 프로세스의 일부일 수 있다. 또 다른 예로서, 검출된 청색 및 녹색 광의 비(예로서, 604에서 측정되고 데이터에 추가된 바와 같은)는 심지어 위장 또는 십이지장의 외부에서도 계속될 수 있으며, 유사한 정보는 위장관에서 그것의 이동 내내 섭취가능한 디바이스에 의해 기록될 수 있다. 위장관 전체에 걸쳐 수집될 수 있는 측정된 녹색 및 청색 반사율 레벨의 비의 데이터 세트의 예시적인 플롯은 도 7 및 도 8과 관련하여 하기에 더 논의된다.

[0122] 도 7은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))의 일 예시적인 동작 동안 수집된 데이터를 도시하는 플롯이다.

[0123] 도 7이 예시적인 목적을 위해 섭취가능한 디바이스(100)와 관련하여 설명될 수 있을지라도, 이것은 제한하는 것이 되도록 의도되지 않고, 플롯(700) 및 데이터 세트(702)는 본 명세서에서 논의된 임의의 디바이스에 의해 수집된 데이터의 전형일 수 있다. 플롯(700)은 시간에 걸쳐 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비를 묘사한다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 주어진 시간에서 녹색 및 청색 조명을 송신하고(예로서, 조명기(124)(도 2)를 통해), 결과적인 녹색 및 청색 반사율을 측정하고(예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해), 결과적인 반사율의 비를 산출하며, 반사율이 수집된 시간을 나타내는 타임스탬프와 함께 데이터 세트에 비를 저장함으로써 데이터 세트(702)에서 각각의 포인트에 대한 값을 계산할 수 있다.

[0124] 704에서, 섭취가능한 디바이스(100)가 동작을 시작한 직후에, 섭취가능한 디바이스(100)는 그것이 적어도 위장에 도달했다고 결정한다(예로서, 프로세스(500)(도 5)에서의 506과 관련하여 논의된 결정과 유사한 결정을 행하는 결과로서). 섭취가능한 디바이스(100)는 녹색 및 청색 반사율 레벨의 부가적인 측정치를 계속 수집하고, 706에서 섭취가능한 디바이스(100)는 위장으로부터 십이지장으로 유문 이동이 발생했다고 결정한다(프로세스(600)(도 6)의 616 내지 624와 관련하여 논의된 결정과 유사한 결정을 행하는 결과로서). 특히, 706 주위의 데이터 세트(702)의 값은 급격히 증가하고, 이는 십이지장을 대표하는 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 더 높은 비를 나타낸다.

[0125] 데이터 세트(702)의 나머지는 위장관의 나머지 전체에 걸친 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비를 묘사한다. 708에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 공장에 도달했고(예로서, 도 9와 관련하여 논의된 바와 같이 근육 수축의 측정치를 통해 결정된 바와 같이), 710에 의해 섭취가능한 디바이스(100)는 맹장에 도달했다. 일부 실시예에서, 데이터 세트(702)의 전체 특성 및 외관이 소장(즉, 십이지장, 공장, 및 회장) 대 맹장 내에서 변화함이 이해된다. 공장 및 회장 내에서, 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비에는 전형적으로 광범위한 변동이 존재할 수 있어서, 높은 표준 편차를 갖는 상대적으로 왜곡된 데이터(noisy data)를 야기한다. 그에 비해, 맹장 내에서 섭취가능한 디바이스(100)는 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 상대적으로 안정적인 비를 측정할 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 이들 차에 기초하여 소장으로부터 맹장으로의 이동을 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 데이터의 최근의 윈도우를 데이터의 과거의 데이터 윈도우와 비교하고, 데이터의 최근의 윈도우에서의 비의 표준 편차가 실질적으로, 데이터의 과거의 윈도우에서의 비의 표준 편차 미만이라고 결정하는 것에 대응하여 맹장으로의 이동을 검출할 수 있다.

[0126] 도 8은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 섭취가능한 디바이스의 일 예시적인 동작 동안 수집된 데이터를 도시하는 또 다른 플롯이다. 도 7과 유사하게, 도 8은 예시적인 목적을 위해 섭취가능한 디바이스(100)와 관련하여 설명될 수 있다. 그러나 이것은 제한하는 것으로 의도되지 않고, 플롯(800) 및 데이터 세트(802)는 본 명세서에서 논의된 임의의 디바이스에 의해 수집된 데이터를 대표할 수 있다.

[0127] 804에서, 섭취가능한 디바이스(100)가 동작을 시작한 직후에, 섭취가능한 디바이스(100)는 그것이 적어도 위장에 도달했다고 결정한다(예로서, 프로세스(500)(도 5)에서의 506과 관련하여 논의된 결정과 유사한 결정을 행하는 결과로서). 섭취가능한 디바이스(100)는 녹색 및 청색 반사율 레벨의 부가적인 측정치를 계속 수집하고(예로서, 감지 서브 유닛(126)(도 2)을 통해), 806에서 섭취가능한 디바이스(100)는 위장으로부터 십이지장으로의 유문 이동이 발생했다고 결정한다(예로서, 프로세스(600)(도 6)의 616 내지 624와 관련하여 논의된 결정과 유사한 결정을 행하는 결과로서). 특히, 806 주변의 데이터 세트(802)의 값은 급격히 증가하고, 이는 이하에서 곧 떨어지기 전에 십이지장을 대표하는 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 더 높은 비를 나타낸다. 데이터 세트(802)의 감소된 값의 결과로서, 섭취가능한 디바이스(100)는 808에서 십이지장으로부터 다시 위장으로의 역 유문 이동이 발생했다고 결정한다(예로서, 프로세스(600)(도 6)의 610 내지 612와 관련하여 논의

된 결정과 유사한 결정을 행하는 결과로서). 810에서, 데이터 세트(802)의 값이 다시 증가하는 결과로서, 섭취 가능한 디바이스(100)는 또 다른 유문 이동이 위장으로부터 십이지장으로 발생했다고 결정하고 곧 이후에 섭취 가능한 디바이스(100)는 공장, 회장, 및 맹장을 향해 진행한다.

[0128] 데이터 세트(802)의 나머지는 위장관의 나머지 전체에 걸친 측정된 청색 반사율 레벨에 대한 측정된 녹색 반사율 레벨의 비를 묘사한다. 특히, 812에서, 섭취 가능한 디바이스는 회장과 맹장 사이의 이동점에 도달한다. 도 7과 관련하여 상기 논의된 바와 같이, 맹장으로의 이동은 시간에 걸친 측정된 녹색 반사율 및 측정된 청색 반사율의 비의 감소된 표준 편차에 의해 표시되며, 섭취 가능한 디바이스(100)는 측정치의 최근 세트의 표준 편차가 실질적으로, 공장 또는 회장으로 부터 취해진 과거 측정치의 표준 편차보다 실질적으로 작다고 결정하는 것에 기초하여 맹장에 대한 이동을 검출하도록 구성될 수 있다.

[0129] 도 9는 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취 가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 십이지장으로부터 공장으로의 이동을 검출하기 위한 예시적인 단계의 흐름도이다. 도 9이 예시적인 목적을 위해 섭취 가능한 디바이스(100)와 관련하여 설명될 수 있을지라도, 이것은 제한하려는 것으로 의도되지 않고, 도 9에서 설명된 프로세스(900)의 일부 또는 전체는 본 명세서에서 논의된 임의의 디바이스(예로서, 섭취 가능한 디바이스(100, 300, 및 400))에 적용될 수 있으며, 이들 섭취 가능한 디바이스 중 임의의 디바이스가 도 9에서 설명된 프로세스의 하나 이상의 부분을 수행하기 위해 이용될 수 있다. 또한, 도 9의 특징부는 본 명세서에서 설명된 임의의 다른 시스템, 방법 또는 프로세스와 조합될 수 있다. 예를 들면, 도 9에서의 프로세스에 의해 설명된 프로세스의 일부는 도 5에 의해 설명된 측위 프로세스에 통합될 수 있다(예로서, 프로세스(500)(도 5)의 520 내지 524의 일부로서). 일부 실시예에서, 섭취 가능한 디바이스(100)는 십이지장에 있는 동안, 또는 십이지장으로의 진입을 검출하는 것에 대응하여 프로세스(900)를 수행할 수 있다. 다른 실시예에서, 섭취 가능한 디바이스(100)는 위장에 있는 동안, 또는 위장관으로의 진입을 검출하는 것에 대응하여 프로세스(900)를 수행할 수 있다. 또한, 프로세스(900)가 본 발명에서 설명된 임의의 다른 프로세스(예로서, 프로세스(600)(도 6))와 병행하여 수행될 수 있으며, 이는 섭취 가능한 디바이스(100)가 위장관의 이전 부분으로의 진입을 필수적으로 검출하지 않고 위장관의 다른 부분으로의 진입을 검출하는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0130] 예시적인 목적을 위해, 도 9는 단일 감지 서브 유닛(예로서, 감지 서브 유닛(126)(도 2))에 의해 단일 파장에서 발생된 단일 세트의 반사율 레벨에 기초하여 발생하고 결정을 행하는 섭취 가능한 디바이스(100)의 관점에서 논의될 수 있다. 그러나, 섭취 가능한 디바이스(100)가 섭취 가능한 디바이스의 원주의 주위에 배치된 다수의 상이한 감지 서브 유닛(예로서, 섭취 가능한 디바이스(100)(도 1)의 원도우(114) 뒤의 상이한 위치에 배치된 다수의 감지 서브 유닛)으로부터 다수의 파장의 조명을 발생시킬 수 있고, 결과적인 반사율의 각각이 별개의 데이터 세트로서 저장될 수 있음이 이해된다. 게다가, 반사율 레벨의 이들 세트의 각각은 프로세스(900)의 다수의 버전을 구동함으로써 근육 수축을 검출하기 위해 이용될 수 있으며, 이들 중 각각은 상이한 센싱 서브 유닛에 의해 행해진 상이한 파장 또는 측정의 측정치로부터 얻어진 데이터 세트에 대응하는 상이한 세트의 반사율에 대한 데이터를 프로세스한다.

[0131] 902에서, 섭취 가능한 디바이스(예로서, 섭취 가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 한 세트의 반사율 레벨을 검색한다. 예를 들면, 섭취 가능한 디바이스(100)는 메모리로부터(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로로부터) 이전에 기록된 반사율 레벨의 데이터 세트를 검색할 수 있다. 반사율 레벨의 각각은 (예로서, 조명기(124)(도 2)를 통해) 섭취 가능한 디바이스(100)에 의해 발생된 조명으로부터 (예로서, 검출기(122)(도 2)를 통해) 섭취 가능한 디바이스(100)에 의해 이전에 검출된 반사율에 대응할 수 있고, 주어진 반사율에서 검출된 광의 양을 나타내는 값을 표현할 수 있다. 그러나, 적외선, 가시광선, 또는 자외선 스펙트럼의 광과 같은 임의의 적절한 주파수의 광이 이용될 수 있음이 이해된다. 일부 실시예에서, 반사율 레벨은 주기적 간격으로 섭취 가능한 디바이스(100)에 의해 이전에 검출된 반사율에 대응할 수 있다.

[0132] 904에서, 섭취 가능한 디바이스(예로서, 섭취 가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 데이터 세트의 반사율 레벨의 새로운 측정치를 포함한다. 예를 들면, 섭취 가능한 디바이스(100)는 정기적인 간격으로, 또는 연동파를 검출하기에 충분한 속도로 새로운 반사율을 검출하도록 구성될 수 있다(예로서, 조명을 송신하고 감지 서브 유닛(126)(도 2)을 이용하여 결과적인 반사율을 검출함). 예를 들면, 섭취 가능한 디바이스(100)는 조명을 발생시키고 3초마다 한번씩(즉, 0.17Hz 신호를 검출하기 위한 잠재적인 최소 속도), 그리고 바람직하게, 0.1초와 같이 빠르거나 심지어 더 빠른, 더 높은 속도로 결과적인 반사율을 측정하도록 구성될 수 있다. 측정치 사이의 주기적 간격이 피험자의 중, 및 측정될 연동파의 예상된 주파수에 기초하여 필요에 따라 적용될 수 있음이 이해된다. 섭취 가능한 디바이스(100)가 904에서 새로운 반사율 레벨 측정을 행할 때마다, 새로운 데이터가 데이

터 세트(예로서, PCB(120))(도 2)의 메모리 회로 내에 저장된 데이터 세트)에 포함된다.

- [0133] 906에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 슬라이딩 윈도우 필터를 데이터 세트에 적용함으로써 최근의 데이터의 제 1 서브세트를 얻는다. 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는 데이터 세트로부터 1분 상당의 데이터를 검색할 수 있다. 데이터 세트가 1초마다 측정된 반사율에 대한 값을 포함하면, 이것은 약 60 개의 데이터 포인트 상당의 데이터가 될 것이다. 윈도우의 크기가 연동파(예로서, 건강한 인간 피험자에 대해 약 0.05Hz 내지 0.33Hz 정도의 변동)를 검출하기에 충분히 큰 경우, 임의의 적합한 유형의 윈도우 크기가 이용될 수 있다. 일부 실시예에서, 선택가능한 디바이스(100)는 또한 예를 들면, 슬라이딩 윈도우 필터의 이용을 통해 얻어진 데이터의 제 1 서브세트로부터 이상점을 제거함으로써 데이터를 클린(clean)할 수 있다.
- [0134] 908에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 최근의 데이터의 제 1 서브세트를 보간함으로써 최근의 데이터의 제 2 서브세트를 얻는다. 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는 충분한 수의 데이터 포인트(예로서, 매 0.5초 또는 그 이상 이격된 데이터 포인트)를 갖는 데이터의 제 2 서브세트를 발생시키기 위해 데이터의 제 1 서브세트를 보간할 수 있다. 일부 실시예에서, 이것은 선택가능한 디바이스(100)가 906에서 윈도우 필터를 적용하는 일부로서 제거될 수 있는 임의의 이상점 데이터 포인트를 또한 대체하는 것을 가능하게 할 수 있다.
- [0135] 910에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 데이터의 제 2 서브세트로부터 정규화된 주파수 스펙트럼을 산출한다. 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는 데이터의 제 2 서브세트를 시간 도메인 표현으로부터 주파수 도메인 표현으로 변환하기 위해 고속 푸리에 변환을 수행하도록 구성될 수 있다. 이용되는 애플리케이션, 및 데이터의 서브세트의 속성에 의존하여, 임의의 수의 적절한 절차(예로서, 푸리에 변환 절차)가 데이터의 제 2 서브세트에 대한 주파수 스펙트럼을 결정하기 위해 이용될 수 있음이 이해된다. 예를 들면, 데이터의 제 2 서브세트의 샘플링 주파수 및 크기가 미리 알려질 수 있고, 선택가능한 디바이스(100)는 정규화된 이산 푸리에 변환(DFT) 매트릭스의 사전 저장된 값, 또는 메모리(예로서, PCB(120))(도 2)의 메모리 회로) 내에서, 관심있는 0.05Hz 내지 0.33Hz 주파수 성분에 대응하는 DFT 매트릭스의 행을 갖도록 구성될 수 있다. 이 경우에, 선택가능한 디바이스는 적절한 주파수 스펙트럼을 발생시키기 위해 DFT 매트릭스와 데이터 세트 사이의 매트릭스 곱을 이용할 수 있다. 선택가능한 디바이스에 의해 얻어질 수 있는 일 예시적인 데이터 세트 및 대응하는 주파수 스펙트럼은 도 10과 관련하여 더 상세하게 논의된다.
- [0136] 912에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 정규화된 주파수 스펙트럼의 적어도 일부가 0.5Hz의 임계값보다 높은 0.05Hz 내지 0.33Hz 사이에 있는지의 여부를 결정한다. 건강한 인간 피험자의 연동파는 0.05Hz 내지 0.33Hz 사이의 속도로 발생하고, 연동파를 경험하는 선택가능한 디바이스(예로서, 공장(도 4)의 벽(406)에서의 수축을 검출하는 선택가능한 디바이스(400))는 유사한 0.05Hz 내지 0.33Hz 주파수를 따르는 검출된 반사율 레벨의 진폭의 사인곡선 변동을 검출할 수 있다. 선택가능한 디바이스가 0.05Hz 내지 0.33Hz 사이의 정규화된 주파수 스펙트럼의 일부가 0.5Hz의 임계값보다 크다고 결정하면, 이 측정치는 건강한 인간 피험자의 연동파와 일치할 수 있으며, 프로세스(900)는 선택가능한 디바이스(100)가 근육 수축이 검출되었음을 나타내는 데이터를 저장하는 914로 진행한다. 대안적으로, 선택가능한 디바이스가 0.05Hz 내지 0.33Hz 사이의 정규화된 주파수 스펙트럼의 어떠한 부분도 0.5의 임계값보다 크지 않다고 결정하면, 프로세스(900)는 새로운 측정을 행하고 새로운 근육 수축을 계속 모니터링하기 위해 904로 직접 진행한다. 0.5 이외의 임계값이 이용될 수 있고, 정확한 임계치가 선택가능한 디바이스(100)에 의해 이용된 주파수 스펙트럼의 유형 및 샘플링 주파수에 의존할 수 있음이 이해된다.
- [0137] 914에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 근육 수축이 검출되었음을 나타내는 데이터를 저장한다. 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는 근육 수축이 검출되었음을 나타내고, 근육 수축이 검출된 시간을 나타내는 데이터를 메모리(예로서, PCB(120))(도 2)의 메모리 회로)에 저장할 수 있다. 일부 실시예에서, 선택가능한 디바이스(100)는 또한, 검출된 근육 수축의 총 수, 또는 주어진 시간 프레임에서 검출된 근육 수축의 수를 모니터링할 수 있다. 일부 실시예에서, 특정한 수의 근육 수축을 검출하는 것은 선택가능한 디바이스(100)가 건강한 인간 피험자의 공장(예로서, 공장(314))(도 3)) 내에 있는 것과 일치할 수 있다. 근육 수축을 검출한 후에, 프로세스(900)는 916으로 진행한다.
- [0138] 916에서, 선택가능한 디바이스(예로서, 선택가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 근육 수축의 총 수가 사전 결정된 임계 수를 초과하는지의 여부를 결정한다. 예를 들면, 선택가능한 디바이스(100)는 메모리로부터(예로서, PCB(120))(도 2)의 메모리 회로로부터) 검출된 근육 수축의 총 수를 검색하고, 총 수를 임계값과 비교할



수 있다. 일부 실시예에서, 임계값은 1, 또는 1보다 큰 임의의 수일 수 있다. 임계치가 클수록, 섭취가능한 디바이스(100)가 그것이 공장에 진입했음을 나타내는 데이터를 저장하기 전에 더 많은 근육 수축이 검출될 필요가 있다. 실제로, 임계값을 3 또는 그보다 높게 설정하는 것은 섭취가능한 디바이스가 위양성(false positives)을 검출하는 것을 방지할 수 있다(예로서, 위장관 기관의 자연적 이동으로 인해, 또는 피험자의 이동으로 인해). 수축의 총 수가 사전 결정된 임계 수를 초과하면, 프로세스(900)는 십이지장으로부터 공장으로의 이동의 검출을 나타내는 데이터를 저장하기 위해 918로 진행한다. 대안적으로, 수축의 총 수가 사전 결정된 임계 수를 초과하지 않으면, 프로세스(900)는 데이터 세트에 반사율 레벨의 새로운 측정치를 포함시키기 위해 904로 진행한다. 시간에 걸쳐 검출된 근육 수축의 일 예시적인 플롯은 도 11과 관련하여 더 상세하게 논의된다.

[0139] 918에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 십이지장으로부터 공장로의 이동의 검출을 나타내는 데이터를 저장한다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 공장에 도달되었음을 나타내는 데이터를 메모리(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로로부터)에 저장할 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)가 위장에 있는 동안 프로세스(900)의 전부 또는 일부를 수행하도록 구성되면, 섭취가능한 디바이스(100)는 918에서 위장으로부터 직접적으로 공장로의 이동의 검출을 나타내는 데이터를 저장할 수 있다(예로서, 프로세스(600)(도 6)를 이용하여 유문 이동이 검출되도록 십이지장을 통해 너무 빨리 이동하는 결과로서).

[0140] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 섭취가능한 디바이스의 위치의 변화를 식별하는 것에 대응하여 섭취가능한 디바이스의 하우징 외부의 환경으로부터 유체 샘플을 얻도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스가 공장(예로서, 공장(314)(도 3)) 내에 위치된다고 결정하는 것에 대응하여 (예로서, 선택적 개구부(116) 및 선택적 회전 어셈블리(118)(도 2)의 이용을 통해) 섭취가능한 디바이스(100)의 하우징 외부의 환경으로부터 유체 샘플을 얻도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 또한, 소장 세균 과증식(SIBO)과 같은 회수된 유체 샘플에 기초하여 특정 의학적 상태를 검출하기 위한 적절한 진단법을 구비할 수 있다.

[0141] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 섭취가능한 디바이스의 위치의 변화를 식별하는 것에 대응하여 섭취가능한 디바이스로부터 위장관으로 섭취가능한 디바이스 내에 미리 저장되는 분배가능한 물질을 전달하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 섭취가능한 디바이스(100) 내에(예로서, 선택적 저장 서브 유닛(118-3)(도 2) 상의 저장 챔버 또는 공동 내에) 미리 저장된 분배가능한 물질을 가질 수 있고, 섭취가능한 디바이스(100)는, 섭취가능한 디바이스(100)가 공장(예로서, 공장(314)(도 3)) 내에 위치된다고 섭취가능한 디바이스(100)가 검출할 때 (예로서, 선택적 개구부(116) 및 선택적 회전 어셈블리(118)(도 2)의 이용을 통해) 위장관 내로 물질을 분배하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 이것은 섭취가능한 디바이스(100)가 위장관 내의 타겟된 위치에서 물질(예로서, 치료제 및 약제)을 전달하는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0142] 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(예로서, 섭취가능한 디바이스(100, 300, 또는 400))는 검출된 근육 수축의 총 수에 기초하여 동작을 수행하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 근육 수축의 총 수를 나타내는 데이터를 검색하고(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로로부터), 그것을 건강한 개인의 근육 수축의 예상된 수와 비교하도록 구성될 수 있다. 반응하여, 섭취가능한 디바이스는 위장관 내로 물질을 분배할 수 있거나(예로서, 선택적 개구부(116) 및 선택적 회전 어셈블리(118)(도 2)의 이용을 통해), 섭취가능한 디바이스(100)의 하우징 외부의 환경으로부터 유체 샘플을 얻을 수 있다(예로서, 선택적 개구부(116) 및 선택적 회전 어셈블리(118)(도 2)의 이용을 통해). 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 다수의 검출된 근육 수축이 비정상적이고, 예상된 수와 크게 다르다고 결정하는 것에 대응하여 샘플을 얻도록 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, 섭취가능한 디바이스(100)는 검출된 근육 수축이 건강한 개인에서 기능하는 위장관과 일치한다고 결정하는 것에 대응하여, 위장관으로 (예로서, 약제와 같은) 물질을 전달하도록 구성될 수 있다.

[0143] 도 9를 포함하는 본 개시내용의 흐름도의 단계 및 설명이 단지 예시적임이 이해될 것이다. 도 9를 포함하는 흐름도의 단계 중 임의의 단계 및 설명은 수정되고, 생략되고, 재배열되며, 대안적인 순서로 또는 동시에 수행될 수 있으며, 본 개시내용의 범위를 벗어나지 않고 2 개 이상의 단계가 조합될 수 있거나, 임의의 부가적인 단계가 추가될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 전체 계산 시간을 가속시키기 위해 다수의 데이터 세트의 평균 및 표준 편차를 동시에 산출할 수 있다(예로서, 각각의 하나의 데이터 세트가 반사율을 검출하기 위해 이용된 상이한 감지 서브 유닛 또는 상이한 파장의 반사율에 대응하는 다수의 데이터 세트). 또한, 도 9의 단계 및 설명이 본 명세서에서 설명된 임의의 다른 시스템, 디바이스, 또는 방법과 조합될 수 있고, 본 명세서에서 논의된 섭취가능한 디바이스 또는 시스템 중 임의의 것이 도 9에서의 단계 중 하나 이상을 수행하기 위해

이용될 수 있음에 유의해야 한다.

- [0144] 도 10은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 십이지장으로부터 공장으로의 이동을 검출할 때 이용될 수 있는 섭취가능한 디바이스의 일 예시적인 동작 동안 수집된 데이터를 도시하는 플롯이다. 다이어그램(1000)은 섭취가능한 디바이스(예로서, 도 9의 908과 관련하여 논의된 데이터의 제 2 서브세트)에 의해 측정된 반사율 레벨의 데이터 세트의 시간 도메인 플롯(1002)을 묘사한다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 약 0.5초 떨어진 반 규칙적인 간격으로 데이터 포인트를 수집하도록 구성될 수 있다. 그에 비해, 다이어그램(1050)은 섭취가능한 디바이스에 의해 측정된 반사율 레벨의 동일한 데이터 세트의 주파수 도메인 플롯(1004)을 묘사한다(예로서, 섭취가능한 디바이스(100)가 도 9의 910에서 주파수 스펙트럼을 산출하는 결과로서). 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 임의의 편리한 수단을 통해 주파수 스펙트럼을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [0145] 다이어그램(1050)에서, 0.05Hz 내지 0.33Hz 사이의 주파수(1006)의 범위는 근육 수축을 검출하기 위해 섭취가능한 디바이스(100)가 검색하는 주파수의 범위일 수 있다. 다이어그램(1050)에 도시된 바와 같이, 건강한 인간 개인의 연동 운동의 빈도와 일치하는 0.14Hz 부근의 주파수 도메인 플롯(1004)에 강한 피크가 존재한다. 이 경우에, 주파수 도메인 플롯(1004)을 분석하는 섭취가능한 디바이스(100)는 데이터가 검출된 근육 수축과 일치한다고 결정하도록 구성될 수 있고(예로서, 프로세스(900)(도 9)의 912와 유사한 프로세스를 이용하여), 근육 수축이 검출되었음을 나타내는 데이터를 저장할 수 있다(예로서, PCB(120)(도 2)의 메모리 회로에). 근육 수축이 118분으로 끝나는 1분의 데이터 윈도우로부터 검출되었기 때문에, 섭취가능한 디바이스(100)는 또한, 118분 표시(즉, 섭취가능한 디바이스(100)가 턴 온되었고 118분 전에 피험자에 의해 섭취되었음을 나타낼 수 있음)에서 근육 수축이 검출되었음을 나타내는 데이터를 저장할 수 있다.
- [0146] 도 11은 본 개시내용의 일부 실시예에 따른, 섭취가능한 디바이스가 위장관을 통해 이동함에 따른 그것의 위치를 결정할 때 이용될 수 있는, 시간에 걸쳐 섭취가능한 디바이스에 의해 검출된 근육 수축을 도시하는 플롯이다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 근육 수축을 검출하고, (예로서, 프로세스(900)(도 9)의 914의 일부로서) 각각의 근육 수축이 검출된 때를 나타내는 데이터를 저장하도록 구성될 수 있다. 플롯(1100)은 시간에 걸쳐 검출된 근육 수축(1106)을 묘사하고, 각각의 근육 수축은 y축 상의 "0"으로부터 "1"까지 도달하는 수직선으로 표현된다.
- [0147] 1102에서, 10분 표시 주위에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 먼저 십이지장에 진입한다(예로서, 섭취가능한 디바이스(100)가 프로세스(600)(도 6)를 수행함으로써 결정된 바와 같이). 그 직후, 1108에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 공장(예로서, 공장(314)(도 3))에서 형성되는 강한 연동파를 나타낼 수 있는 몇몇 근육 수축(1106)을 빠르게 연속적으로 검출하기 시작한다. 나중에 1110 주위에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 간헐적인 근육 수축을 계속해서 검출하고, 이는 회장 내의 섭취가능한 디바이스(100)와 일치할 수 있다. 마지막으로, 1104에서 섭취가능한 디바이스(100)는 소장 밖에서 맹장으로 이동한다. 특히, 섭취가능한 디바이스(100)는 소장의 회장 부분과 비교하여 소장의 공장 부분에서보다 빈번한 근육 수축을 검출하고, 섭취가능한 디바이스(100)는 소장을 빠져나온 후에 임의의 근육 수축을 측정하지 않는다. 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스(100)는 이 정보를 측위 프로세스에 통합할 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스(100)는 검출된 근육 수축의 빈도(예로서, 주어진 10분 윈도우에서 측정된 근육 수축의 수)가 임계 수 미만으로 떨어졌다고 결정하는 것에 대응하여 공장으로부터 회장으로의 이동을 검출하도록 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, 섭취가능한 디바이스(100)는 임계 시간 기간 동안 어떠한 근육 수축도 검출되지 않았다고 결정하는 것에 대응하여 회장에서부터 맹장으로의 이동을 검출하도록 구성될 수 있다. 이들 예가 예시적인 것이고, 제한하지 않도록 의도되고, 근육 수축의 측정이 명세서에서 논의된 다른 프로세스, 시스템, 또는 방법 중 임의의 것과 조합될 수 있음이 이해된다.
- [0148] 도 12는 공장으로부터 회장으로의 디바이스의 이동을 결정하기 위한 특정 실시예에 대한 흐름도(1200)이다. 일반적으로, 공장이 회장보다 더 빨갛고 혈관이 많음에 유의해야 할 것이다. 게다가, 일반적으로 회장과 비교하여, 공장은 더 많은 장간막 지방을 갖는 더 두꺼운 장벽을 갖는다. 공장과 회장 사이의 이 차는 회장에 대한 공장의 광 반응의 차를 야기할 것으로 예상된다. 선택적으로, 하나 이상의 광 신호는 광 응답의 차를 조사하기 위해 이용될 수 있다. 예를 들면, 프로세스는 반사된 적색광, 청색광, 녹색광, 녹색광에 대한 적색광의 비, 청색광에 대한 적색광의 비, 및/또는 청색광에 대한 녹색광의 비에서의 광 응답의 변화를 모니터링하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 반사된 적색광이 프로세스에서 검출된다.
- [0149] 흐름도(1200)는 단일 슬라이딩 윈도우 프로세스를 표현한다. 단계(1210)에서, 공장 기준 신호는 광 반사에 기초하여 결정된다. 전형적으로, 이 신호는 디바이스가 공장에 진입하는 것으로 결정된 이후의 일정 기간에 걸친 평균 신호(예로서, 반사된 적색광)와 같다. 일정 기간은 예를 들면, 5분 내지 40분(예로서, 10분 내지 30분, 15분

내지 25분)일 수 있다. 단계(1220)에서, 단계(1210)에서 이용된 일정 기간 직후에 검출된 신호(예로서, 반사된 적색광)는 단계(1210)에서 결정된 기준 신호로 정규화된다. 단계(1230)에서, 신호(예로서, 반사된 적색광)가 검출된다. 단계(1240)에서, 단일 슬라이딩 윈도우에 기초하여 검출된 평균 신호가 신호 임계치와 비교된다. 단계(1240)에서 신호 임계치는 일반적으로, 단계(1210)에서 결정된 공장 기준 신호의 기준 신호의 일부이다. 예를 들면, 신호 임계치는 공장 기준 신호의 60% 내지 90%(예로서, 70% 내지 80%)일 수 있다. 평균 신호가 신호 임계치를 초과하면, 프로세스는 단계(1250)에서 디바이스가 회장에 진입했다고 결정한다. 평균 신호가 신호 임계치를 초과하지 않으면, 프로세스는 단계(1230)로 되돌아간다.

[0150] 도 13은 2 개의 슬라이딩 윈도우 프로세스를 이용하여 공장으로부터 회장으로의 디바이스의 이동을 결정하기 위한 특정 실시예에 대한 흐름도(1200)이다. 단계(1310)에서, 공장 기준 신호는 광 반사에 기초하여 결정된다. 전형적으로, 이 신호는 디바이스가 공장에 진입하는 것으로 결정된 이후의 일정 기간에 걸친 평균 신호(예로서, 반사된 적색광)와 같다. 일정 기간은 예를 들면, 5분 내지 40분(예로서, 10분 내지 30분, 15분 내지 25분)일 수 있다. 단계(1320)에서, 단계(1310)에서 이용된 일정 기간 직후에 검출된 신호(예로서, 반사된 적색광)는 단계(1310)에서 결정된 기준 신호로 정규화된다. 단계(1330)에서, 신호(예로서, 반사된 적색광)가 검출된다. 단계(1340)에서, 2개의 슬라이딩 윈도우에 기초하여 검출된 신호의 평균 차가 신호 임계치와 비교된다. 단계(1340)에서의 신호 임계치는 검출된 신호의 평균 차가 제 1 윈도우의 검출된 신호의 배수(예로서, 1.5배 내지 5배, 2배 내지 4배)를 초과하는지의 여부에 기초한다. 신호 임계치가 초과되면, 프로세스는 단계(1350)에서 디바이스가 회장에 진입한 것으로 결정한다. 신호 임계치가 초과되지 않으면, 프로세스는 단계(1330)로 되돌아간다.

[0151] 도 14는 회장에서부터 망장으로의 디바이스의 이동을 결정하기 위한 특정 실시예를 위한 프로세스에 대한 흐름도(1400)이다. 일반적으로, 프로세스는 반사된 광 신호(예로서, 적색광, 청색광, 녹색광, 녹색광에 대한 적색광의 비, 청색광에 대한 적색광의 비, 및/또는 청색광에 대한 녹색광의 비)의 변화를 검출하는 단계를 수반한다. 일부 실시예에서, 프로세스는 반사된 녹색광에 대한 반사된 적색광의 비의 변화를 검출하는 단계, 및 또한 반사된 청색광에 대한 반사된 녹색광의 비의 변화를 검출하는 단계를 포함한다. 일반적으로, 프로세스(1400)에서, 프로세스(600)와 관련하여 논의된 슬라이딩 윈도우 분석(제 1 및 제 2 윈도우)이 계속된다.

[0152] 단계(1410)는 검출된 신호에 제 1 임계치 예로서, 검출된 녹색광에 대한 검출된 적색광의 비를 설정하는 단계, 및 검출된 신호에 대한 변동 계수 예로서, 검출된 청색광에 대한 검출된 녹색광의 비에 대한 변동 계수에 대한 제 2 임계치를 설정하는 단계를 포함한다. 제 1 임계치는 제 1 윈도우에서 평균 신호(예로서, 검출된 녹색광에 대한 검출된 적색광의 비)의 일부(예로서, 0.5 내지 0.9, 0.6 내지 0.8), 또는 2개의 윈도우에서의 검출된 신호(예로서, 검출된 녹색광에 대한 검출된 적색광의 비) 사이의 평균 차의 일부(예로서, 0.4 내지 0.8, 0.5 내지 0.7)로 설정될 수 있다. 제 2 임계치는 0.1(예로서, 0.05, 0.02)로 설정될 수 있다.

[0153] 단계(1420)는 제 1 및 제 2 임계치와 비교하기 위해 이용될 제 1 및 제 2 윈도우에서 신호를 검출하는 단계를 포함한다.

[0154] 단계(1430)는 검출된 신호를 제 1 및 제 2 임계치와 비교하는 단계를 포함한다. 대응하는 값이 제 1 임계치 미만이거나 대응하는 값이 제 2 임계치 미만이면, 디바이스가 회장을 떠나지 않았고 망장에 진입했다고 결정되며, 프로세스는 단계(1420)로 되돌아간다. 대응하는 값이 제 1 임계치 미만이고 대응하는 값이 제 2 임계치 미만이면, 디바이스가 회장을 떠났고 망장에 진입했다고 결정되며, 단계(1440)로 진행한다.

[0155] 단계(1450)는 디바이스가 회장을 떠나고 망장에 진입하는 것으로 결정되었다는 것이 처음인지의 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 디바이스가 회장을 떠나고 망장에 진입하는 것으로 결정되었다는 것이 처음이면, 프로세스는 단계(1460)로 진행한다. 디바이스가 회장을 떠났고 망장에 진입했다는 것이 처음이 아니면, 프로세스는 단계(1470)로 진행한다.

[0156] 단계(1460)는 기준 신호를 설정하는 단계를 포함한다. 이 단계에서, 광 신호(예로서, 검출된 녹색광에 대한 검출된 적색광의 비)는 기준 신호와 같다.

[0157] 단계(1470)는 디바이스가 망장을 떠나 회장으로 되돌아갔는지의 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 대응하는 검출된 신호(예로서, 검출된 녹색광에 대한 검출된 적색광의 비)가 통계적으로, 기준 신호(단계(1460)에서 결정됨)와 비교가능하고 대응하는 검출된 신호에 대한 변동 계수(예로서, 검출된 청색광에 대한 검출된 녹색광의 비)가 제 2 임계치를 초과하면, 디바이스는 망장을 떠나 회장으로 되돌아간 것으로 결정된다. 디바이스가 망장을 떠나 회장으로 되돌아갔다고 결정되면, 프로세스는 단계(1480)로 진행한다.

[0158] 단계(1480)는 일정 기간(예로서, 적어도 1분, 5분 내지 15분) 동안 관련 광 신호를 계속해서 검출하는 단계를



포함한다.

- [0159] 단계(1490)는 단계(1480)에서 결정된 신호가 디바이스가 회장에 재진입했음을 나타내는지(단계(1470)에서 논의된 방법론을 이용하여)의 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 신호가 디바이스가 회장에 다시 진입했음을 나타내면, 프로세스는 단계(1420)로 진행한다. 신호가 디바이스가 맵장에 있음을 나타내면, 프로세스는 단계(1492)로 진행한다.
- [0160] 단계(1492)는 일정 기간(예로서, 적어도 30분, 적어도 1시간, 적어도 2시간) 동안 관련 광 신호를 계속 모니터링하는 단계를 포함한다.
- [0161] 단계(1494)는 단계(1492)에서 결정된 신호가 디바이스가 회장에 재진입했음을 나타내는지(단계(1470)에서 논의된 방법론을 이용하여)의 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 신호가 디바이스가 회장에 다시 진입했음을 나타내면, 프로세스는 단계(1420)로 진행한다. 신호가 디바이스가 맵장에 있음을 나타내면, 프로세스는 단계(1496)로 진행한다.
- [0162] 단계(1496)에서, 프로세스는 디바이스가 맵장에 있다고 결정한다.
- [0163] 도 15는 맵장으로부터 결장으로의 디바이스의 이동을 결정하기 위한 임의의 실시예에 대한 프로세스에 대한 흐름도(1500)이다. 일반적으로, 프로세스는 반사된 광 신호(예로서, 적색광, 청색광, 녹색광, 녹색광에 대한 적색광의 비, 청색광에 대한 적색광의 비, 및/또는 청색광에 대한 녹색광의 비)의 변화를 검출하는 단계를 수반한다. 일부 실시예에서, 프로세스는 반사된 녹색광에 대한 반사된 적색광의 비의 변화를 검출하는 단계, 및 또한 반사된 청색광의 비의 변화를 검출하는 단계를 포함한다. 일반적으로, 프로세스(1500)에서, 프로세스(1400)와 관련하여 논의된 슬라이딩 윈도우 분석(제 1 및 제 2 윈도우)이 계속된다.
- [0164] 단계(1510)에서, 광 신호(예로서, 반사된 녹색 신호에 대한 반사된 적색 신호의 비, 및 반사된 청색 신호)는 디바이스가 맵장에 있는 동안에(예로서, 단계(1480) 동안에) 일정 기간(예로서, 적어도 1분, 적어도 5분, 적어도 10분) 동안 수집된다. 기록된 광 신호에 대한 평균값(예로서, 반사된 녹색 신호에 대한 반사된 적색 신호의 비, 및 반사된 청색 신호)은 맵장 기준 신호를 확립한다.
- [0165] 단계(1520)에서, 광 신호는 디바이스가 맵장에 진입했다고 결정된 후에 검출된다(예로서, 단계(1440)). 광 신호는 맵장 기준 신호로 정규화된다.
- [0166] 단계(1530)는 디바이스가 결장에 진입했는지의 여부를 결정하는 단계를 수반한다. 이것은 3개의 상이한 기준 중 하나가 충족되는지의 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 제 1 기준은 검출된 광 신호의 비(예로서, 검출된 녹색에 대한 검출된 적색 신호의 비)의 평균 차가 제 2 윈도우에서 대응하는 신호(예로서, 감지된 녹색에 대한 감지된 적색 신호의 비)의 표준 편차의 1보다 큰 배수(예로서, 2X, 3X, 4X)이면 충족된다. 제 2 기준은 검출된 광 신호의 평균(예로서, 검출된 녹색광에 대한 검출된 적색광의 비)이 주어진 값을 초과하면(예로서, 1을 초과하면) 충족된다. 제 3 기준은 제 1 윈도우에서의 광 신호(예로서, 검출된 청색광)의 변동 계수가 주어진 값을 초과하면(예로서, 0.2를 초과하면) 충족된다. 3개의 기준 중 임의의 것이 충족되면, 프로세스는 단계(1540)로 진행한다. 그렇지 않으면, 3개의 기준 중 어느 것도 충족되지 않고, 프로세스는 단계(1520)로 되돌아간다.
- [0167] 예시적인 목적을 위해, 본 발명은 주로 섭취가능한 디바이스의 다수의 상이한 예시적인 실시예, 및 위장관 내의 섭취가능한 디바이스의 위치를 결정하기 위한 방법의 예시적인 실시예에 초점을 맞춘다. 그러나, 구성될 수 있는 가능한 섭취가능한 디바이스는 이들 실시예로 제한되지 않고, 형상 및 설계의 변형은 디바이스의 기능 및 동작을 크게 변경시키지 않고 이루어질 수 있다. 유사하게, 위장관 내의 섭취가능한 디바이스의 위치를 결정하기 위한 가능한 절차는 논의된 특정 절차 및 실시예(예로서, 프로세스(500)(도 5), 프로세스(600)(도 6), 프로세스(900)(도 9), 프로세스(1200)(도 12), 프로세스(1300)(도 13), 프로세스(1400)(도 14) 및 프로세스(1500)(도 15))로 제한되지 않는다. 또한, 본 명세서에서 설명된 섭취가능한 디바이스의 적용은 단지 데이터를 수집하고, 위장관의 일부를 샘플링하고 검사하거나, 약제를 전달하는 것으로 제한되지 않는다. 예를 들면, 일부 실시예에서, 섭취가능한 디바이스는 다수의 질병을 진단하기 위한 다수의 화학적, 전기적, 또는 광학적 진단을 포함하도록 적응될 수 있다. 유사하게, 신체 현상 또는 다른 생리학적 품질을 측정하기 위한 다수의 상이한 센서가 섭취가능한 디바이스 상에 포함될 수 있다. 예를 들면, 섭취가능한 디바이스는 위장관에서 특정 화학적 화합물 또는 불순물의 높은 레벨을 측정하도록 구성될 수 있거나, 샘플링 챔버에 통합된 측위, 샘플링, 및 적절한 진단의 조합 및 분석법 기술은 특히, 소장 세균 과증식(SIBO)의 존재를 결정하기 위해 잘 적합할 수 있다.
- [0168] 소프트웨어(예로서, PCB(120)(도 2) 내의 제어 회로에 의해 실행된 소프트웨어)를 통해 구현되는 본 명세서에서 설명된 섭취가능한 디바이스의 다양한 실시예의 요소의 적어도 일부는 객체 지향 프로그래밍, 스크립팅 언어 또

는 둘 모두와 같은 고 레벨의 절차 언어로 작성될 수 있다. 그에 따라, 프로그램 코드는 C, C++ 또는 임의의 다른 적절한 프로그래밍 언어로 기록될 수 있으며, 객체 지향 프로그래밍 분야의 당업자에게 알려진 바와 같이 모듈 또는 클래스를 포함할 수 있다. 선택적으로, 또는 게다가, 소프트웨어를 통해 구현되는 본 명세서에서 설명된 섭취가능한 디바이스의 실시예의 요소 중 적어도 일부는 필요에 따라 어셈블리 언어, 기계 언어 또는 펌웨어로 기록될 수 있다. 어느 하나의 경우에, 언어는 컴파일링되거나 해석된 언어일 수 있다.

[0169] 섭취가능한 디바이스를 구현하기 위해 이용된 프로그램 코드의 적어도 일부는 본 명세서에서 설명된 실시예 중 적어도 하나의 기능을 구현하기 위해 프로세서, 운영 체제 및 연관 하드웨어 그리고 소프트웨어를 갖는 범용 또는 특수 목적의 프로그래밍가능한 컴퓨팅 디바이스에 의해 판독가능한 컴퓨터 판독가능한 매체 상에 또는 저장 매체 상에 저장될 수 있다. 프로그램 코드는 컴퓨팅 디바이스에 의해 판독될 때, 본 명세서에서 설명된 방법 중 적어도 하나를 수행하기 위해 새로운, 특정의 그리고 사전 정의된 방식으로 동작하도록 컴퓨팅 디바이스를 구성한다.

[0170] 또한, 본 명세서에서 설명된 예시적인 실시예의 시스템, 디바이스, 및 방법과 연관된 프로그램 중 적어도 일부는 하나 이상의 프로세서에 대한 컴퓨터 이용가능한 명령어를 지닌 컴퓨터 판독가능한 매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품에서 분산될 수 있다. 매체는 하나 이상의 디스켓, 콤팩트 디스크, 테이프, 칩, 및 자기 및 전자 저장장치와 같지만, 그들로 제한되지 않는 비 일시적 형태를 포함하는 다양한 형태로 제공될 수 있다. 일부 실시예에서, 매체는 유선 송신, 위성 송신, 인터넷 송신(예로서, 다운로드), 매체, 디지털 및 아날로그 신호, 등과 같지만, 그들로 제한되지는 않는 본질적으로 일시적인 것일 수 있다. 컴퓨터 이용가능한 명령어는 또한, 컴파일링되고 컴파일링되지 않은 코드를 포함하는 다양한 형식일 수 있다.

[0171] 상기 설명된 기술은 컴퓨터 상에서 실행하기 위해 소프트웨어를 이용하여 구현될 수 있다. 예를 들면, 소프트웨어는, 각각이 적어도 하나의 프로세서, 적어도 하나의 데이터 저장 시스템(휘발성 및 비 휘발성 메모리 및/또는 저장 요소를 포함하는), 적어도 하나의 입력 디바이스 또는 포트, 및 적어도 하나의 출력 디바이스 또는 포트를 포함하는 하나 이상의 프로그래밍되거나 프로그래밍가능한 컴퓨터 시스템(분산형, 클라이언트/서버, 또는 그리드와 같은 다양한 아키텍처일 수 있음) 상에서 실행하는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램에서 절차를 형성한다.

[0172] 소프트웨어는 범용 또는 특수 목적의 프로그래밍가능한 컴퓨터에 의해 판독가능한, CD-ROM과 같은 저장 매체 상에 제공되거나 네트워크의 통신 매체를 통해 그것이 실행되는 컴퓨터에 전달될 수 있다(전파된 신호로 인코딩됨). 모든 기능은 특수 목적의 컴퓨터 상에서, 또는 보조프로세서(coprocessors)와 같은, 특수 목적의 하드웨어를 이용하여 수행될 수 있다. 소프트웨어는 소프트웨어에 의해 명시된 계산의 상이한 부분이 상이한 컴퓨터에 의해 수행되는 분산형 방식으로 구현될 수 있다. 각각의 이러한 컴퓨터 프로그램은 바람직하게, 저장 매체 또는 디바이스가 본 명세서에서 설명된 절차를 수행하기 위해 컴퓨터 시스템에 의해 판독될 때 컴퓨터를 구성하고 동작시키기 위해, 범용 또는 특수 목적의 프로그래밍가능한 컴퓨터에 의해 판독가능한 저장 매체 또는 디바이스(예로서, 고체 상태 메모리 또는 매체, 또는 자기 또는 광학 매체) 상에 저장되거나 그것으로 다운로드된다. 본 개시내용의 시스템은 또한, 컴퓨터 프로그램으로 구성된 컴퓨터 판독가능한 저장 매체로서 구현되도록 고려될 수 있고, 여기서 그렇게 구성된 저장 매체는 컴퓨터 시스템이 본 명세서에서 설명된 기능을 수행하기 위해 특정의 그리고 사전 정의된 방식으로 동작하게 한다.

[0173] 도 16은 하나 이상의 네트워크에 걸쳐서 통신하는 하나 이상의 네트워킹된 디바이스 및 본 명세서에서 설명되는 바와 같은 섭취가능한 디바이스를 사용하여, 피험자에 관한 데이터를 수집하고, 통신하고 그리고/또는 분석하기 위한 네트워킹된 시스템의 비제한적인 실시예를 도시한다. 예를 들어, 섭취가능한 디바이스는 외부 기지국과 통신하도록 구성될 수 있다. 예로서, 섭취가능한 디바이스는, 자체가 통신 유닛을 갖는 외부 기지국과 통신하는 통신 유닛을 가질 수 있다. 도 16은 이러한 섭취가능한 디바이스의 예시적인 구현을 도시한다. 도 16에 도시되는 바와 같이, 피험자는 본 명세서에서 개시되는 바와 같이 섭취가능한 디바이스를 삼킨다. (예로서, 수집된 샘플에 기초한) 피험자에 대한 어떤 데이터("디바이스 데이터"라 할 수 있음) 및/또는 피험자의 위장관 내에서 섭취가능한 디바이스의 위치가 수집되거나, 또는 달리 이용가능하고, 모바일 디바이스에 제공되며, 이 모바일 디바이스는 다음으로 데이터를 인터넷 및 서버/데이터 저장소를 통해서 의사 사무실 컴퓨터(physician's office computer)로 보낸다. 이 수집된 데이터는, 예를 들어, 이동 시간(transit time), 호흡 레이트, 다량 영양소 레벨 및 하나 이상의 드러그(drug) 레벨 중 하나 이상을 또한 특정할 수 있다. 섭취가능한 디바이스에 의해서 수집된 데이터는, 예를 들어, 시계 또는 피험자가 착용하는 다른 물체와 같은 리시버로 (하나 이상의 네트워크를 거쳐서) 통신된다. 데이터는 다음으로 리시버로부터 모바일 디바이스로 통신되며, 이 모바일 디바이스는 다음으로 (인터넷과 같은 하나 이상의 네트워크를 거쳐서) 이 데이터 및 서버/데이터 저장소/하드웨어 저장 디바이스를 의사 사무실 컴퓨터, 또는 데이터 분석 시스템에 보내거나 송신한다. 의사는 다음으로 피험자에 관한 데이터



의 일부 또는 전부를 분석하여, 예를 들어, 일반적인 건강 권고사항, 식이요법 건강 권고사항, 결정 지원 권고사항, 및/또는 라이프스타일 권고사항 등과 같은 권고사항을 제공할 수 있다. 일부 실시예에서, 데이터 분석 시스템은 하나 이상의 하드웨어 저장 디바이스로부터 디바이스 데이터를 검색하고, 데이터 분석 시스템 상에 저장된 실행 로직의 실행을 통해서 이 데이터를 프로세싱하여 분석 데이터를 생성한다. 도 16이 피험자에 관한 데이터를 수집하고 전달하는 것에 대한 특정한 접근법을 도시하나, 본 개시내용이 한정되지 않는다. 예로서, 리시버, 모바일 디바이스, 인터넷 및/또는 서버/데이터 저장소 중 하나 이상은 데이터 통신 채널로부터 배제될 수 있다. 예를 들어, 모바일 디바이스는, 예로서 동글(dongle)을 사용함으로써 디바이스 데이터의 리시버로서 사용될 수 있다. 이러한 실시예에서, 피험자에 의해서 착용되는 아이템이 통신 체인의 부분일 필요는 없다. 다른 예로서, 데이터 통신 채널에 있는 아이템 중 하나 이상이 대안적인 아이템에 의해서 교체될 수 있다. 예를 들어, 의사의 사무실 컴퓨터에 제공되는 것보다, 데이터가 서비스 제공자 네트워크, 예를 들어, 병원 네트워크, HMO 네트워크 등에 제공될 수 있다. 일부 실시예에서, 피험자 데이터는 일 개소(예로서, 서버/데이터 저장소)에 수집되고 그리고/또는 저장될 수 있는 한편 디바이스 데이터는 상이한 개소(예로서, 상이한 서버/데이터 저장소)에 수집되고 그리고/또는 저장될 수 있다.

[0174] 예

[0175] 본 개시내용에 따른 섭취가능한 의료 디바이스("TLC1")는 그것의 측위 능력을 조사하기 위해 20명의 피험자에 대해 검사되었다. TLC1은 전원, 전자 장치 및 소프트웨어를 수용하는 생체적합성 폴리카보나이트 캡슐이었다. 온보드 소프트웨어 알고리즘은 캡슐이 위장관을 통과함에 따른 그것의 위치를 결정하기 위해 시간, 온도 및 반사된 광 스펙트럼 데이터를 이용했다. 캡슐은 0.4 x 0.85 인치인 비타민 알약보다 큰 0.51 x 1.22 인치이다. 피험자는 연구에 참여하기 전에 밤새 금식했다. 컴퓨터 단층 촬영법(Computerized tomography; "CT")는 TLC1로 수집된 측위 데이터의 정확성을 결정하기 위한 기초로 이용되었다. 20명의 피험자 중 한명은 금식 규칙을 따르지 않았다. CT 데이터는 20명의 피험자 중 또 다른 한명에게는 부족했다. 따라서, 이들 2명의 피험자는 또 다른 분석으로부터 제외되었다. TLC1은 그것이 피험자의 위장에 진입한 후에 처음 14시간 동안 매 15초마다 RGB 데이터(방사상으로 송신)를 샘플링했고, 그 다음 배터리가 소모될 때까지 매 5분마다 샘플링한다. TLC1은 그것이 피험자의 위장에 도달할 때까지 광 데이터를 기록하는 것을 시작하지 않았다. 따라서, 임의의 피험자에 대해서도 구강 식도 이동에 대한 어떠한 RGB 기반 데이터도 존재하지 않았다.

[0176] 게다가, 필캠<sup>®</sup>(PillCam<sup>®</sup>) SB(주어진 이미징) 디바이스는 57명의 피험자에 대해 검사했다. 피험자는 연구에 참여하기 전에 밤새 금식했다. 필캠 비디오는 각각의 피험자 내에서 리코딩되었다. 필캠의 샘플링 주파수는 속도 의존적이다. 필캠이 빠르게 이동할수록, 그것은 더 빠르게 데이터를 샘플링할 것이다. 각각의 비디오는 그 길이가 캡슐이 피험자의 입안에 투여된 시점으로부터 시작하여 약 7 내지 8시간 정도이다. RGB 광 데이터는 표에 기록되었다. 의사는 각각의 비디오에서 위장 십이지장 이동 및 회장 맹장 이동이 발생한 지점에 대한 메모를 제공했다. 컴퓨터 단층 촬영법("CT")은 필캠으로 수집된 측위 데이터의 정확성을 결정하기 위한 기초로 이용되었다.

[0177] 식도 위장 이동

[0178] TLC1에 대해, 이 이동은 환자가 디바이스를 섭취한지 1분 후에 발생했다고 가정되었다. 필캠에 대해, 알고리즘은 다음과 같았다:

[0179] 1. 캡슐이 작동되고/투여된 후에 입 식도 이동 검출을 시작한다

[0180] 2. 녹색<102.3 및 청색<94.6인지의 여부를 확인한다

[0181] a. 그렇다면, 입 식도 이동으로서 표시한다

[0182] b. 아니면, 데이터를 계속 스캔한다

[0183] 3. 입 식도 이동을 검출한 후에, 위치 반전의 경우에, 녹색과 청색 신호를 또 다른 30초 동안 계속 모니터링한다

[0184] a. 녹색>110.1 또는 청색>105.5이면, 그것을 입 식도 위치 반전으로서 표시한다

[0185] b. 입 식도 플래그를 재설정하고 확인된 입 식도 이동이 검출될 때까지 단계(2 및 3)를 통해 반복한다

[0186] 4. 확인된 입 식도 이동에 1분을 더하고 그것을 식도 위장 이동으로서 표시한다

[0187] 필캠 피험자 중 한명에 대해, 식도와 위장 사이에 어떠한 명확한 차가 없었고, 따라서 이 피험자는 향후 위장

측위의 분석으로부터 제외되었다. 56명의 유효 피험자 중 54명이 정확한 식도 위장 이동 측위를 갖는다. 총 일 치도는  $54/56=96\%$ 이다. 2건의 실패 사례의 각각은 1분 이상의 지속된 식도를 가졌다. 따라서, 1분을 입 식도 이 동에 부가하는 것은 이들 2명의 피험자에 대한 식도에서의 이동을 커버하기에 충분하지 못했다.

#### [0188] 위장 십이지장

[0189] TLC1 및 필캠 둘 모두에 대해, 슬라이딩 윈도우 분석이 이용되었다. 알고리즘은 전면(제 1) 윈도우와 후면(제 2) 윈도우 사이에 2분 차이를 갖는 덤벨 형상의 이중 슬라이딩 윈도우 방식을 이용했다. 2분 차이는 최소한 부 분적으로, 캡슐이 소장내에 위치한 후에 위장으로부터 소장으로의 신속한 이동을 건너 뛰고 소장 신호를 캡처하도 록 설계되었다. 알고리즘은 다음과 같았다:

- [0190] 1. 캡슐이 위장에 진입한 후에 위장 십이지장 이동을 확인하기 시작한다
- [0191] 2. 2개의 윈도우(전면 및 후면)를 셋업한다
  - [0192] a. 각각의 윈도우의 시간 길이: TLC1에 대해 3분; 필캠에 대해 30초
  - [0193] b. 2개의 윈도우 사이의 시간 차이: 디바이스 둘 모두에 대해 2분
  - [0194] c. 윈도우 슬라이딩 스텝 크기: 디바이스 둘 모두에 대해 0.5분
- [0195] 3. 2개의 슬라이딩 윈도우에서의 신호를 비교한다
  - [0196] a. 평균의 차가 후면 윈도우에서 녹색/청색 신호의 표준 편차의 3배보다 높은 경우
    - [0197] i. 이것이 처음이라면, 후면 윈도우에서의 신호의 평균 및 표준 편차를 위장 참조로서 기 록한다
    - [0198] ii. 정면 윈도우에서의 평균 신호가 특정 임계치(TLC1에 대해 0.3이고 필캠에 대해 0.18) 에 의해 위장 기준 신호보다 높으면, 이것을 가능한 위장 십이지장 이동으로서 표시한다
  - [0199] b. 가능한 유문 이동이 검출되면, 위양성 플래그의 경우에 또 다른 10분 동안 계속 스캔한다
    - [0200] i. 이 10분 내에 위치 반전이 검출되면, 이전의 유문 이동 플래그는 위양성 플래그이다. 플래그를 지우고 계속 확인한다
    - [0201] ii. 가능한 유문 이동 플래그에 이어서 10분 이내에 어떠한 위치 반전도 식별되지 않았 다면, 그것을 확인된 유문 이동으로서 표시한다
  - [0202] c. 위치 반전의 경우에, 확인된 유문 이동 후에 또 다른 2시간 동안 녹색/청색 데이터를 계속 모 니터링한다
    - [0203] i. 위치 반전이 식별되면, 반전이 발생했을 때 타임스탬프에 플래그를 지정하고 그 다음, 다음 유문 이동을 발견하기 위해 단계(a 내지 c)를 반복한다.
    - [0204] ii. 캡슐이 이전에 확인된 유문 이동 후에 2시간 동안 위장으로 다시 돌아가지 않으면, 위 치 반전 모니터링을 중지하고 캡슐이 장 영역에 머물 것으로 가정한다.

[0205] TLC1에 대해, 18명의 피험자 중 한명은 이전에 개발된 측위 알고리즘에 의한 지연된 식도 위장 이동 식별로 인 해 위장에서 취해진 너무 적은 수의 샘플(3분 미만)을 가졌다. 따라서, 이 피험자는 위장 십이지장 이동 알고리 즘 검사로부터 제외되었다. TLC1 피험자 중 나머지에 대해, CT 이미지는 모든 피험자에 대해 검출된 유문 이동 이 위장과 공장 사이의 어딘가에 위치됨을 확인했다. 17명의 피험자 중 2명은 제 1 위장 십이지장 이동 후에 캡 술이 위장으로 돌아갔음을 보여주었다. TLC1 알고리즘 검출과 CT 스캔 사이의 총 일치도는  $17/17=100\%$ 였다.

[0206] 필캠 피험자 중 한명에 대해, 캡슐은 비디오가 끝나기 전에 항상 피험자의 위장에 머물러 있었다. 필캠 피험자 중 또 다른 2명에 대해, 너무 적은 샘플이 측위 알고리즘을 구동하기 위해 위장에서 취해졌다. 이들 3명의 필캠 피험자는 위장 십이지장 이동 측위 알고리즘 성능 검사로부터 제외되었다. 필캠에 대한 유문 이동 측위 알고리 즘의 성능 요약은 다음과 같았다.

- [0207] 1. 양호한 사례(48명의 피험자):
  - [0208] a. 25명의 피험자에 대해, 우리의 검출은 의사의 메모와 정확히 부합한다

- [0209] b. 19명의 피험자에 대해, 2개의 검출 사이의 차는 5분 미만이다
- [0210] c. 4명의 피험자에 대해, 2개의 검출 사이의 차는 10분 미만이다(완전한 이동은 G/B 신호가 안정화되기 전에 최대 10분이 소요될 수 있음)
- [0211] 2. 실패 사례(6명의 피험자):
- [0212] a. 4명의 피험자는 위장에서 녹색/청색 신호의 높은 표준 편차를 가졌다
- [0213] b. 1명의 피험자는 위장에 담즙이 있고, 이는 위장에서 녹색/청색에 큰 영향을 주었다
- [0214] c. 1명의 피험자는 유문 이동 시에 어떠한 녹색/청색 변화도 없었다
- [0215] 필캠 위장 십이지장 이동 측위 알고리즘 검출 및 의사의 노트에 대한 총 일치도는 48/54=89%였다.
- [0216] 십이지장 공장 이동
- [0217] TLC1에 대해, 디바이스가 십이지장을 떠났고 디바이스가 십이지장에 진입했다고 결정된지 3분 후에 공장에 진입했다고 가정되었다. 위장 십이지장 이동에 대한 TLC1 조사와 관련하여 상기 언급된 17명의 피험자 중 16명은 십이지장 공장 이동이 위장과 공장 사이의 어딘가에 위치된 것을 확인한 CT 이미지를 가졌다. 17명의 피험자 중 한명은 십이지장에서 지속된 이동 시간을 가졌다. 알고리즘 검출과 CT 스캔 사이의 총 일치도는 16/17=94%였다.
- [0218] 필캠에 대해, 십이지장 공장 이동이 결정되지 않았다.
- [0219] 공장 회장 이동
- [0220] 공장은 회장보다 빨갛고 더 많은 혈관을 가지며, 공장은 더 많은 장간막 지방을 갖는 더 두꺼운 장 벽을 가짐에 유의해야 할 것이다. 이들 차는 특히 반사된 적색광 신호에 대해 공장과 회장 사이의 다양한 광 반응을 야기할 수 있다. TLC1 및 필캠 둘 모두에 대해, 2가지 상이한 접근법이 공장 회장 이동에서 적색 신호의 변화를 추적하기 위해 탐구되었다. 제 1 접근법은 단일 슬라이딩 윈도우 분석이었는데, 여기서 윈도우는 그 길이가 10분이고, 평균 신호는 윈도우가 이동하는 동안의 임계값과 비교되었다. 제 2 접근법은 이중 슬라이딩 윈도우 분석이었는데, 여기서 각각의 윈도우는 그 길이가, 2개의 윈도우 사이에서 20분 간격을 갖는 10분이었다. 공장 회장 이동 측위에 대한 알고리즘은 다음과 같았다:
- [0221] 1. 십이지장 공장 이동 후에 20분의 적색 신호를 얻고, 데이터를 평균화하며 그것을 공장 기준 신호로서 기록한다
- [0222] 2. 디바이스가 공장에 진입한 지 20분 후에 공장 회장 이동을 확인하기 시작한다
- [0223] a. 공장 기준 신호에 의해 새롭게 수신된 데이터를 정규화한다
- [0224] b. 2가지 접근법:
- [0225] i. 단일 슬라이딩 윈도우 분석
- [0226] · 반사된 적색 신호의 평균이 0.8 미만이면, 이동 플래그를 설정한다
- [0227] ii. 이중 슬라이딩 윈도우 분석:
- [0228] · 반사된 적색의 평균 차가 정면 윈도우에서의 반사된 적색 신호의 표준 편차의 2배보다 크면 이동 플래그를 설정한다
- [0229] TLC1에 대해, 18명의 피험자 중 16명이 검출된 공장 회장 이동이 공장과 맹장 사이에 있음을 확인한 CT 이미지를 가졌다. 알고리즘과 CT 스캔 사이의 총 일치도는 16/18=89%였다. 이것은 단일 슬라이딩 윈도우 및 이중 슬라이딩 윈도우 접근법 둘 모두에 대해 사실이었고, 동일한 2명의 피험자는 2가지 접근법 모두에서 실패했다.
- [0230] 필캠에 대한 공장 회장 이동 검출의 성능 요약은 하기에 나열되었다:
- [0231] 1. 단일 슬라이딩 윈도우 분석:
- [0232] a. 공장과 맹장 사이의 어딘가에서 검출된 공장 회장 이동을 갖는 11가지 사례
- [0233] b. 맹장 이후에 검출된 공장 회장 이동을 갖는 24가지 사례
- [0234] c. 검출된 어떠한 공장 회장 이동도 없는 19가지 사례

- [0235] d. 총 일치도:  $11/54=20\%$
- [0236] 2. 이중 슬라이딩 윈도우 분석:
- [0237] a. 공장과 맹장 사이의 어딘가에서 검출된 공장 회장 이동을 갖는 30가지 사례
- [0238] b. 맹장 이후에 검출된 공장 회장 이동을 갖는 24가지 사례
- [0239] c. 총 일치도:  $30/54=56\%$
- [0240] 회장 맹장 이동
- [0241] 데이터는 TLC1에 대해, 반사된 적색/녹색의 평균 신호가 회장 맹장 이동 전후에 가장 큰 통계적인 차를 제공했음을 입증하였다. 데이터는 또한 TLC1에 대해, 반사된 녹색/청색의 변동 계수가 회장 맹장 이동 시에 가장 큰 통계적인 대조를 제공했음을 입증했다. 필캠 비디오에 기초한 분석은 TLC1 디바이스로 얻은 그들 결과와 매우 유사한 통계적 경향을 나타냈다. 따라서, 알고리즘은 반사된 적색/녹색의 평균값 및 반사된 녹색/청색의 변동 계수의 변화를 활용하였다. 알고리즘은 다음과 같았다:
- [0242] 1. 캡슐이 위장에 진입한 후에 회장 맹장 이동을 모니터링하기 시작한다
- [0243] 2. 2개의 윈도우(전면(제 1) 및 후면(제 2))를 셋업한다
- [0244] a. 각각의 윈도우에 대해 5분의 시간 길이를 이용한다
- [0245] b. 2개의 윈도우 사이에 10분 차이를 이용한다
- [0246] c. 1분의 윈도우 슬라이딩 스텝 크기를 이용한다
- [0247] 3. 2개의 슬라이딩 윈도우에서의 신호를 비교한다
- [0248] a. 다음과 같은 경우에 회장 맹장 이동 플래그를 설정한다
- [0249] i. 반사된 적색/녹색은 중요한 변화를 갖거나 임계치보다 낮다
- [0250] ii. 반사된 녹색/청색의 변동 계수는 임계치보다 낮다
- [0251] b. 이것이 검출된 첫번째 회장 맹장 이동이라면, 소장에서의 평균 반사된 적색/녹색 신호를 소장 기준 신호로서 기록한다
- [0252] c. 다음과 같은 경우에 위치 반전을 표시한다(즉, 캡슐이 말단 회장으로 되돌아감)
- [0253] i. 반사된 적색/녹색은 소장 기준 신호와 통계적으로 비교가능하다
- [0254] ii. 반사된 녹색/청색의 변동 계수는 임계치보다 높다
- [0255] d. 가능한 회장 맹장 이동이 검출되면, 위양성 플래그의 경우에 TLC1에 대해 또 다른 10분(필캠에 대해 15분) 동안 계속 스캔한다
- [0256] i. 이 시간 프레임(TLC1에 대해 10분, 필캠에 대해 15분) 내에, 위치 반전이 검출되면, 이전 회장 맹장 이동 플래그는 위양성 플래그이다. 플래그를 지우고 계속 확인한다 플래그를 지우고 계속 확인한다
- [0257] ii. 가능한 회장 맹장 이동 플래그에 이어서, 어떠한 위치 반전도 이 시간 프레임(TLC1에 대해 10분, 필캠에 대해 15분) 내에서 식별되지 않았으면, 그것을 확인한 회장 맹장 이동으로서 표시한다
- [0258] e. 위치 반전의 경우에, 확인된 회장 맹장 이동 후의 또 다른 2시간 동안 계속해서 데이터를 모니터링한다
- [0259] i. 위치 반전이 식별되면, 반전이 발생했을 때 타임스탬프에 플래그를 지정하고 그 다음, 다음 회장 맹장 이동을 찾기 위해 단계(a 내지 d)를 반복한다
- [0260] ii. 캡슐이 이전에 확인된 회장 맹장 이동 후에 2시간 동안 소장으로 다시 돌아가지 않았으면, 위치 반전 모니터링을 중지하고 캡슐이 대장 영역에 머무를 것으로 가정한다.
- [0261] TLC1 디바이스에 대해 특별히 설계된 플래그 설정 및 위치 반전 기준은 다음과 같았다:

- [0262] 1. 다음과 같은 경우에 회장 맹장 이동 플래그를 설정한다
- [0263] a. 전면 윈도우에서 평균 반사된 적색/녹색은 0.7 미만이거나 2개의 윈도우 사이의 평균 차는 0.6보다 크다
- [0264] b. 그리고 반사된 녹색/청색의 변동 계수는 0.02 미만이다
- [0265] 2. 다음과 같은 경우에 위치 반전으로서 정의한다
- [0266] a. 전면 윈도우에서 평균 반사된 적색/녹색은 소장 기준 신호보다 높다
- [0267] b. 그리고 반사된 녹색/청색의 변동 계수는 0.086보다 높다
- [0268] TLC1에 대해, 18명의 피험자 중 16명이 검출된 회장 맹장 이동이 말단 회장과 결장 사이에 있음을 확인한 CT 이미지를 가졌다. 알고리즘과 CT 스캔 사이의 총 일치도는  $16/18=89\%$ 였다. 회장 맹장 이동 측위 알고리즘이 실패한 그들 2명의 피험자에 관해서, 한명의 피험자에 대해 회장 맹장 이동이 검출된 반면에 TLC1은 여전히 피험자의 말단 회장에 있었고, 다른 피험자에 대해 디바이스가 결장에 있었을 때 회장 맹장 이동이 검출되었다.
- [0269] 57개의 이용가능한 필캠 내시경 비디오 중에, 3명의 피험자에 대해 필캠이 맹장에 도달하기 전에 내시경 비디오가 끝났고, 또 다른 2명의 피험자는 대장에서 단지 매우 제한된 비디오 데이터(5분 미만)을 가졌다. 이들 5명의 피험자는 회장 맹장 이동 측위 알고리즘 성능 검사로부터 제외되었다. 필캠에 대한 회장 맹장 이동 검출의 성능 요약은 하기에 나열된다:
- [0270] 1. 양호한 사례(39명의 피험자):
- [0271] a. 31명의 피험자에 대해, 필캠 검출과 의사의 메모 사이의 차는 5분 미만이었다
- [0272] b. 3명의 피험자에 대해, 필캠 검출과 의사의 메모 사이의 차는 10분 미만이었다
- [0273] c. 5명의 피험자에 대해, 필캠 검출과 의사의 노트 사이의 차는 20분 미만이었다(완전한 이동은 신호가 안정되기 전에 최대 20분이 소요될 수 있음)
- [0274] 2. 미미한/불량한 사례(13명의 피험자):
- [0275] a. 미미한 사례(9명의 피험자)
- [0276] i. 필캠 회장 맹장 이동 검출은 말단 회장이나 결장에서 나타났으나, 2개의 검출 사이의 차는 1시간 이내였다
- [0277] b. 실패 사례(4명의 피험자)
- [0278] i. 실패 이유:
- [0279] 1. 신호는 이미 말단 회장에서 안정화되었다
- [0280] 2. 신호는 입구로부터 출구까지 매우 가변적이었다
- [0281] 3. 회장 맹장 이동 시에 반사된 적색/녹색의 어떠한 통계적으로 상당한 변화도 존재하지 않았다.
- [0282] 회장 맹장 이동 측위 알고리즘 검출과 의사의 메모 사이의 총 일치도는 양호한 사례만 고려하면  $39/52=75\%$ 이다. 가능한 허용가능한 사례를 포함하는 총 일치도는  $48/52=92.3\%$ 이다.
- [0283] 맹장 결장 이동
- [0284] 데이터는 TLC1에 대해, 반사된 적색/녹색의 평균 신호가 맹장 결장 이동 전후의 가장 통계적인 차를 제공했음을 입증했다. 데이터는 또한 TLC1에 대해, 반사된 청색의 변동 계수가 맹장 결장 이동 시에 가장 통계적 대조를 제공했음을 입증했다. 동일한 신호가 필캠을 위해 이용되었다. 맹장 결장 이동 측위 알고리즘은 다음과 같았다:
- [0285] 1. 회장 맹장 이동 후에 10분의 반사된 적색/녹색 및 반사된 청색 신호를 얻고 데이터를 평균하며 그것을 맹장 기준 신호로서 기록한다
- [0286] 2. 캡슐이 맹장에 진입한 후에 맹장 결장 이동을 확인하기 시작한다(맹장 결장 이동 알고리즘은 회장 맹장 이동 플래그에 의존한다)
- [0287] a. 맹장 기준 신호에 의해 새롭게 수신된 데이터를 정규화한다



- [0288] b. 이중 슬라이딩 윈도우 분석:
- [0289] i. 2개의 인접한 두개의 10분 윈도우를 이용한다
- [0290] ii. 다음 기준 중 임의의 기준이 충족되면 이동 플래그를 설정한다
- [0291] · 반사된 적색/녹색의 평균 차는 후면(제 2) 윈도우에서 반사된 적색/녹색의 표준 편차의 4배 이상이었다
- [0292] · 전면(제 1) 윈도우에서의 반사된 적색/녹색의 평균은 1.03보다 높았다
- [0293] · 전면(제 1) 윈도우에서의 반사된 청색 신호의 변동 계수는 0.23보다 컸다

[0294] 상기 임계값은 TLC1에 의해 취해진 데이터의 통계적 분석에 기초하여 선택되었다.

[0295] TLC1에 대해, 18명의 피험자 중 15명이 맹장과 결장 사이의 어딘가에서 검출된 맹장 결장 이동을 가졌다. 피험자 중 한명은 TLC1이 여전히 맹장에 있는 동안 검출된 맹장 결장 이동을 가졌다. 다른 2명의 피험자는 잘못된 회장 맹장 이동 검출 및 잘못된 맹장 결장 이동 검출 둘 모두를 가졌다. 알고리즘과 CT 스캔 사이의 총 일치도는  $15/18=83\%$ 였다.

[0296] 필캠에 대해, 3명의 피험자에 대해 필캠이 맹장에 도달하기 전에 내시경 비디오가 끝났고, 또 다른 2명의 피험자에 대해 대장에서 매우 제한된 비디오 데이터(5분 미만)가 존재했다. 이들 5명의 피험자는 맹장 결장 이동 측위 알고리즘 성능 검사로부터 제외되었다. 필캠에 대한 맹장 결장 이동 검출의 성능 요약은 하기에 나열되었다:

- [0297] 1. 27가지 사례는 맹장과 결장 사이의 어딘가에서 검출된 맹장 결장 이동을 가졌다
- [0298] 2. 하나의 사례는 회장에서 검출된 맹장 결장 이동을 가졌다
- [0299] 3. 24가지 사례는 측위된 어떠한 맹장 결장 이동도 갖지 않았다

[0300] 총 일치도:  $27/52=52\%$ .

[0301] 다음 표는 측위 정확도 결과를 요약한다.

이동	TLC1	필캠
위장 집이지장	100% (17/17)	89% (48/54)
집이지장 공장	94% (16/17)	N/A
회장 맹장	89% (16/18)	75% (39/52)
회장 말단 회장/맹장/결장	100% (18/18)	92% (48/52)

[0302]

[0303] 다른 실시예

[0304] 전술된 개시내용이 어떤 예시적인 실시예를 제공하나, 본 개시내용은 이러한 실시예에 한정되지 않는다.

[0305] 일례로서, 일부 실시예에서, 방법은 교정 단계를 포함할 수 있다. 교정 단계는, 디바이스 설계(예로서, 하나의 광원에 대한 하나 이상의 광 검출기의 상대적인 위치)의 차이로부터 적어도 부분적으로 기인되는 결과의 차이를 완화시키기 위해서 이용될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 교정은 위장관의 하나 이상의 영역을 조사하는 하나 이상의 혼합물을 사용하는 것을 포함시킬 수 있다. 이러한 교정은, 관심이 있는 하나 이상의 파장에 대한 광 방출/검출 시스템의 반응성/민감성에서 차이로 인하여 적어도 부분적으로 기인되는 결과에서의 차이를 완화시키기 위해서 이용될 수 있다. 교정을 통해서 얻어진 정보는, 섭취가능한 디바이스가 위장관 내에 존재할 때 이 섭취가능한 디바이스를 통해서 수집되는 데이터를 조정하기 위해서 이용될 수 있다.

[0306] 다른 예로서, 어떤 광원이 개시되었으나, 본 개시내용은 이러한 광원에 한정되지 않는다. 오히려, 임의의 적합한 광원이 이용될 수 있다. 예시적인 광원은 OLED (예로서, 능동 매트릭스 OLED), 폴리머 LED, 발광 전기화학 셀 (예로서, 전계발광 와이어, 섬유 유도 중합체 전계발광 광원), 화학발광 광원, 및 레이저(예로서, 다이오드 레이저, 고체 상태 레이저, 수직 공동 표면 방사 레이저)를 포함한다.

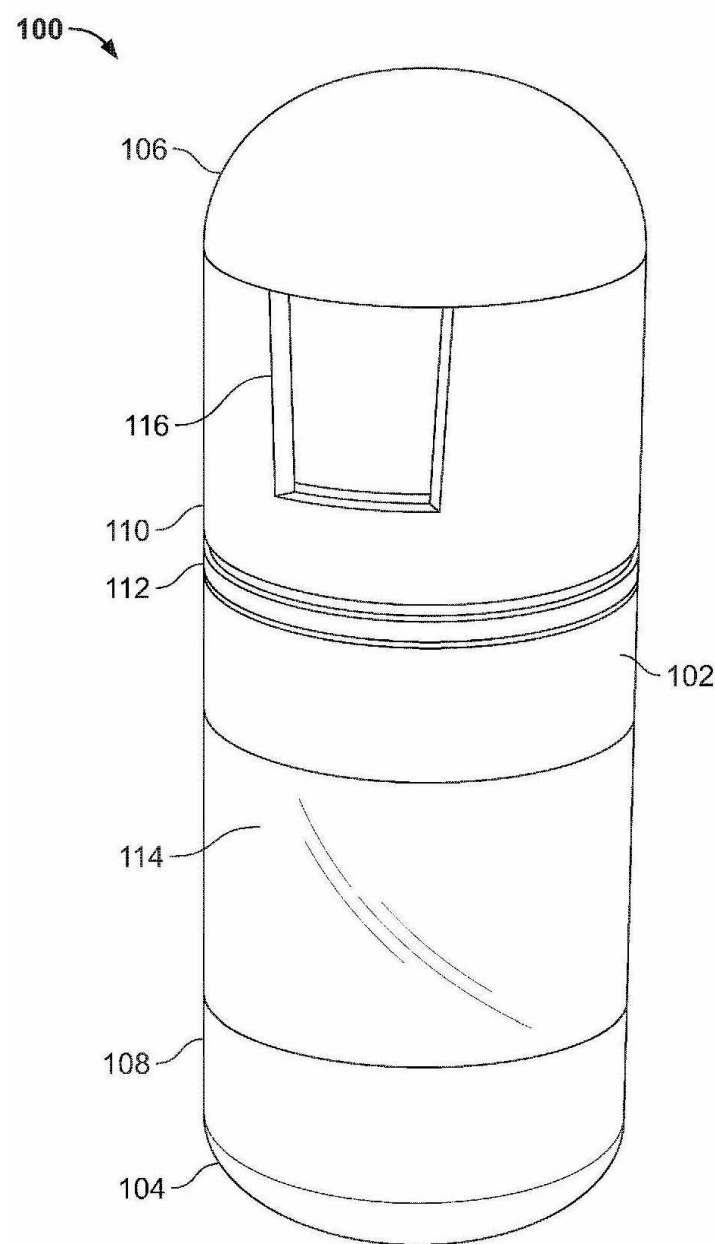
[0307] 다른 예로서, 어떤 광 검출기가 개시되었으나, 본 개시내용은 이러한 광 검출기에 한정되지 않는다. 오히려, 임의의 적합한 광원이 이용될 수 있다. 예시적인 광 검출기는 능동 픽셀/CMOS 센서, CCD, HgCdTe 검출기, 포토다이오드, 역 바이어스 LED (포토다이오드로서 작동), 포토레지스터(광 의존 레지스터), 포토트랜지스터, 쿼텟 다트 포토컨덕터, 쿼텟 다트 포토다이오드, 태양전지/솔라 셀, 실리콘 포토멀티플라이어, 열 검출기, 및 그래핀/실리콘 광 검출기를 포함한다.



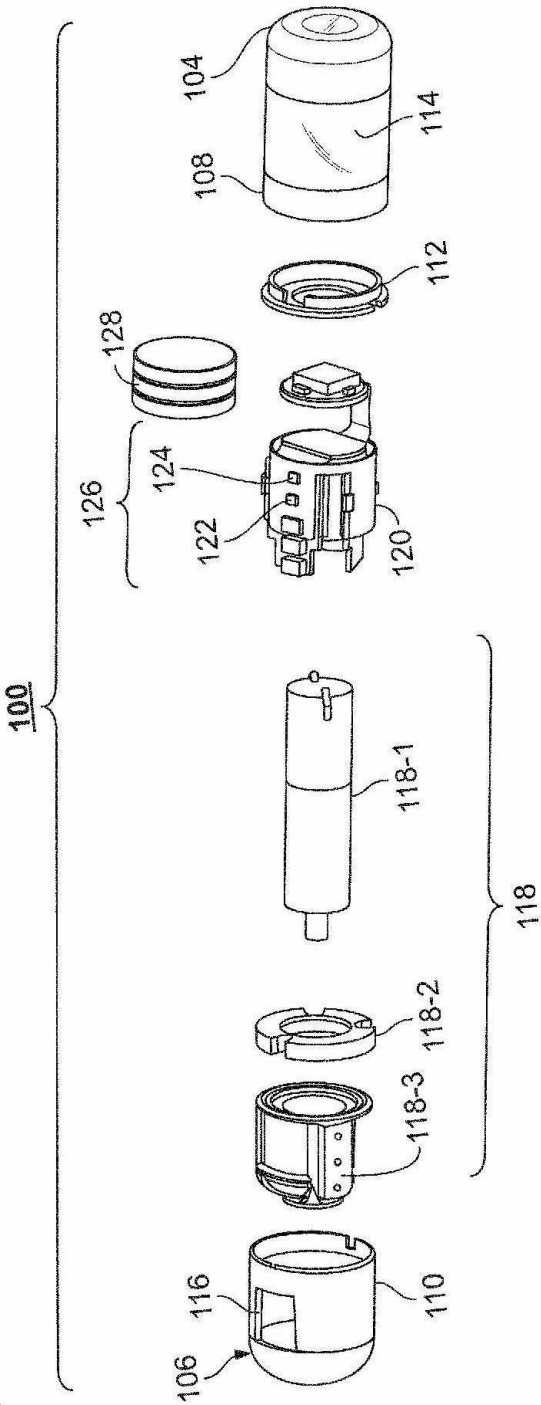
- [0308] 시스템, 프로세스 및 장치의 다양한 실시예가 본 명세서에서 단지 예로서 설명되었다. 임의의 하나의 실시예에서 설명된 특징부 및 제한이 본 명세서에서의 임의의 다른 실시예에 적용될 수 있으며, 하나의 실시예와 관련된 흐름도 또는 예가 임의의 다른 실시예와 적합한 방식으로 결합되거나, 상이한 순서로 행해지거나, 동시에 행해질 수 있음이 고려된다. 상기 설명된 시스템 및/또는 방법이 다른 시스템 및/또는 방법에 적용될 수 있거나, 그에 따라 이용될 수 있음에 유의해야 한다.
- [0309] 실시예는 디지털 전자 회로, 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 본 명세서에서 설명되는 기술의 장치는 프로그램가능한 프로세서에 의한 실행을 위해 기계 판독가능한 저장 디바이스에 저장되거나 유형으로 실시되는 컴퓨터 프로그램 제품으로 구현될 수 있고, 방법의 작용은 입력 데이터 상에서 동작하고 출력을 생성함으로써 본 발명의 기능을 수행하는 프로그램 명령을 실행하는 프로그램가능한 프로세서에 의해서 수행될 수 있다. 본 기술은, 데이터 저장 시스템, 적어도 하나의 입력 디바이스, 및 적어도 하나의 출력 디바이스에 데이터 및 지시를 전송하고, 이로부터 데이터 및 지시를 수신하도록 연결된 적어도 하나의 프로그램가능한 프로세서를 포함하는 프로그램가능한 시스템 상에서 실행가능한 하나 이상의 컴퓨터 프로그램으로 유리하게 구현될 수 있다. 각각의 컴퓨터 프로그램은, 바람직하다면, 고레벨 절차 또는 객체 지향 프로그래밍 언어, 또는 어셈블리 또는 기계 언어로 구현될 수 있고, 임의의 경우에, 언어는 컴파일된 또는 해석된 언어일 수 있다.
- [0310] 적합한 프로세서는, 예로서, 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서 모두를 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 명령 및 데이터를 읽기 전용 메모리 및/또는 랜덤 액세스 메모리로부터 수신할 것이다. 일반적으로, 컴퓨터는 데이터 파일을 저장하기 위한 하나 이상의 대용량 저장 디바이스를 포함할 것이고, 이러한 디바이스는, 내부 하드 디스크 및 탈착가능한 디스크와 같은 자기 디스크, 자기 광 디스크, 및 광 디스크를 포함한다. 컴퓨터 프로그램 지시 및 데이터를 유형으로 실체화하기 위해 적합한 저장 디바이스는, 예로서 EPROM, EEPROM 및 플래시 메모리 디바이스와 같은 반도체 메모리 디바이스, 내부 하드 디스크 및 탈착가능한 디스크와 같은 자기 디스크, 자기 광 디스크, 및 CD-ROM 디스크를 포함하여, 모든 형태의 비휘발성 메모리를 포함한다. 상술된 것 중 어느 하나는 ASIC(주문형 반도체)에 의해서 보완되거나, 또는 이 안에 통합될 수 있다.
- [0311] 이들 예시적인 실시예에 대한 다양한 수정 및 변형은 실시예의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 이루어질 수 있고, 첨부된 목록의 실시예에는 전체적으로 설명과 일치하는 가장 넓은 해석이 주어져야 한다.

도면

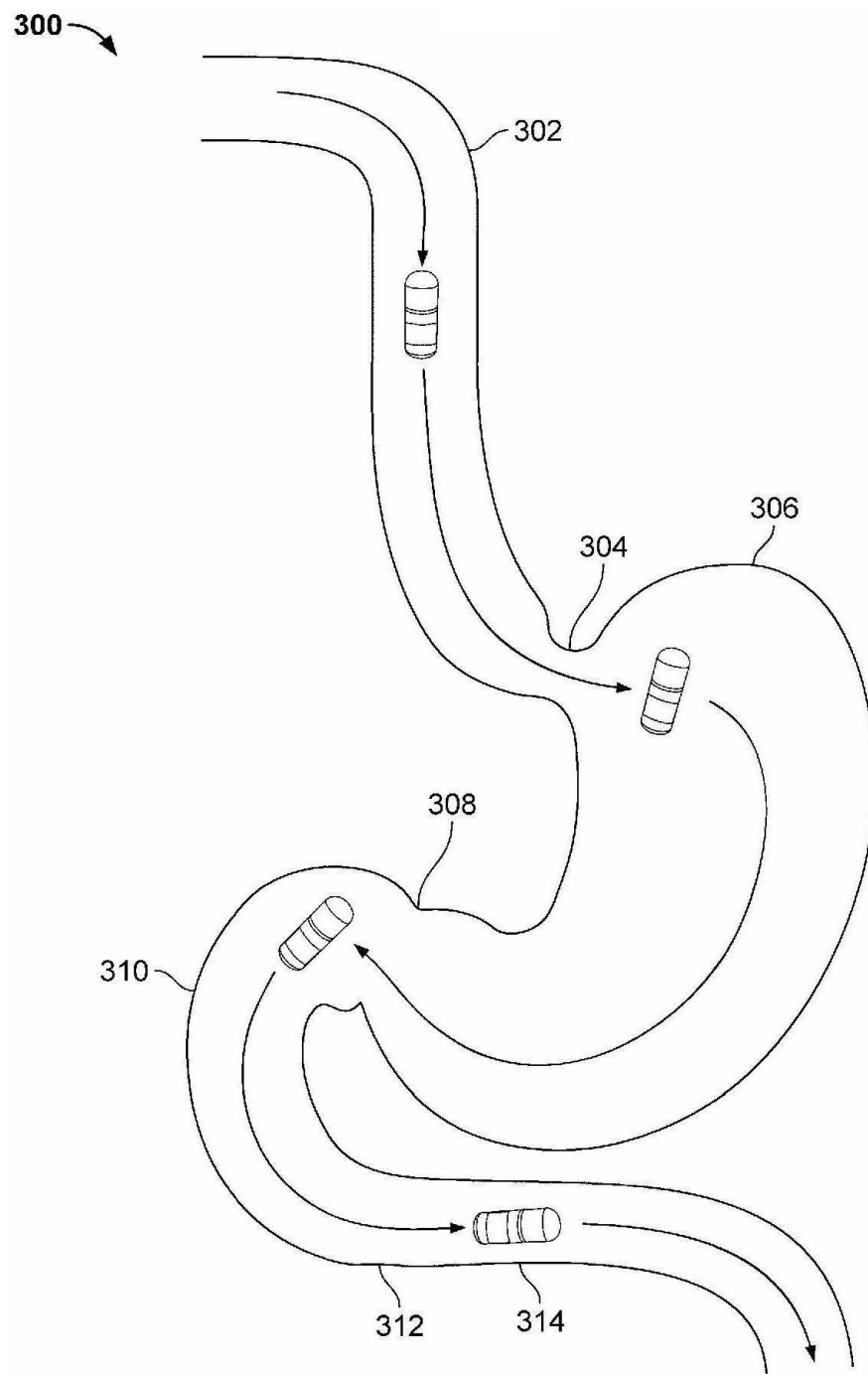
도면1



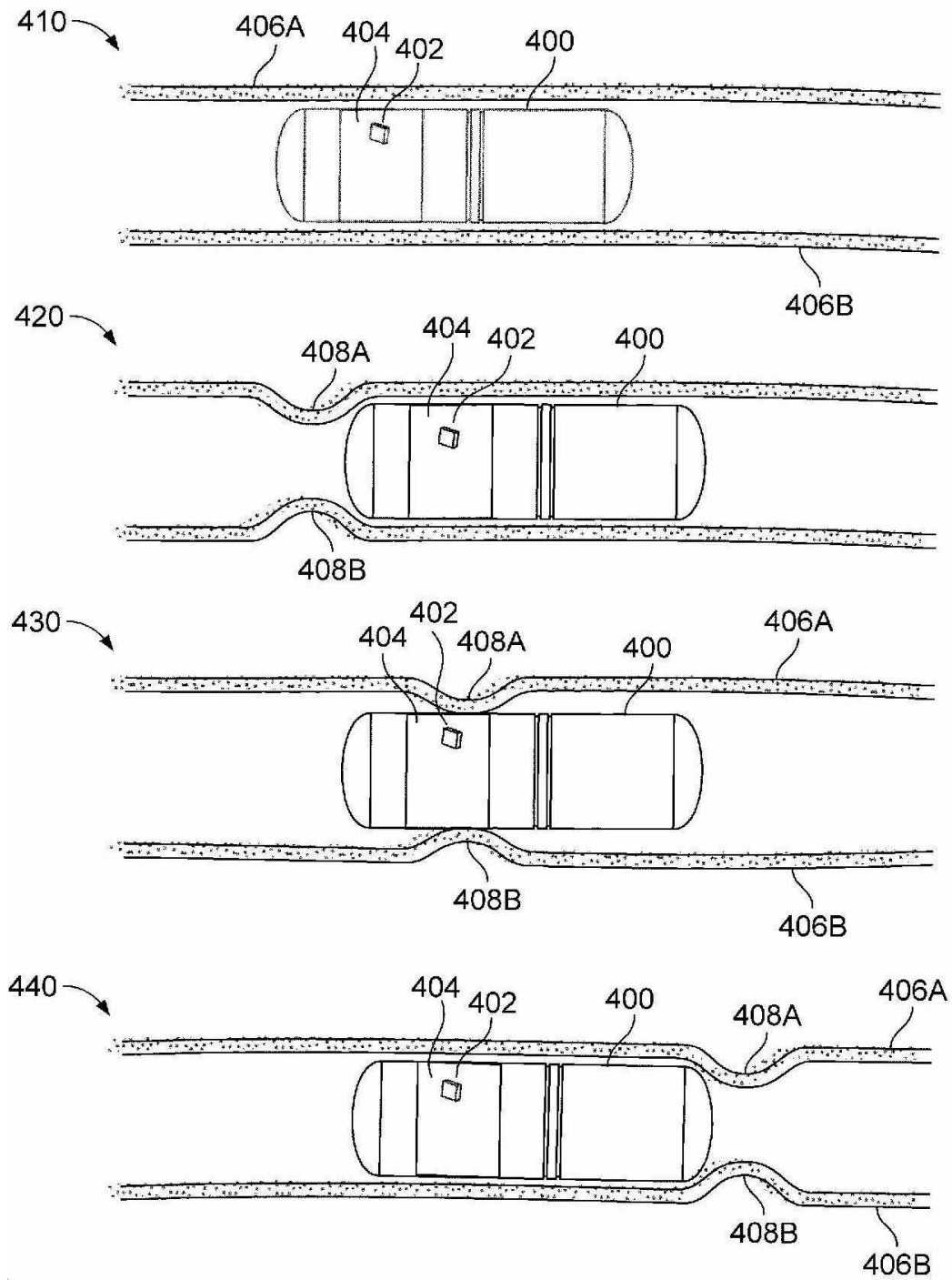
도면2



도면3

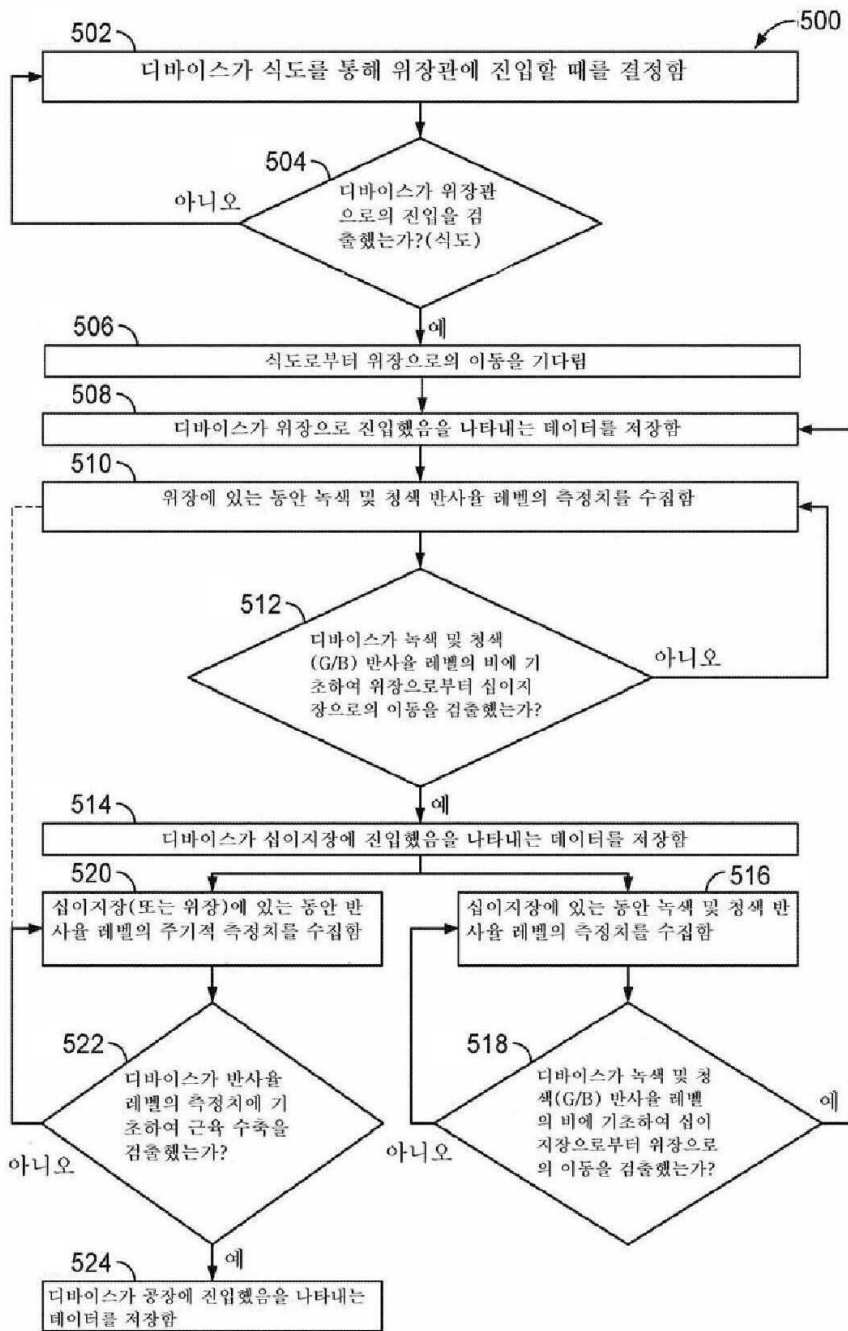


도면4

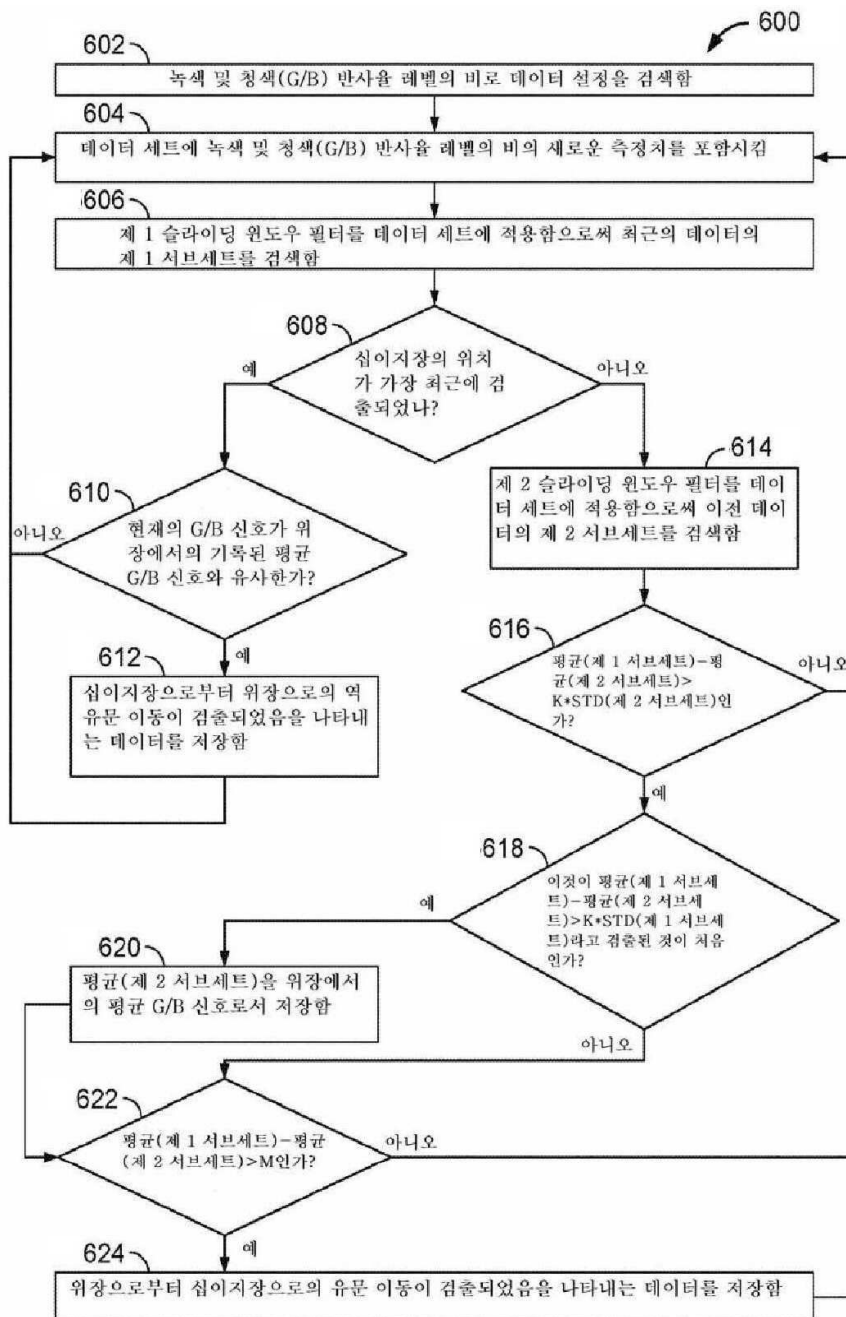




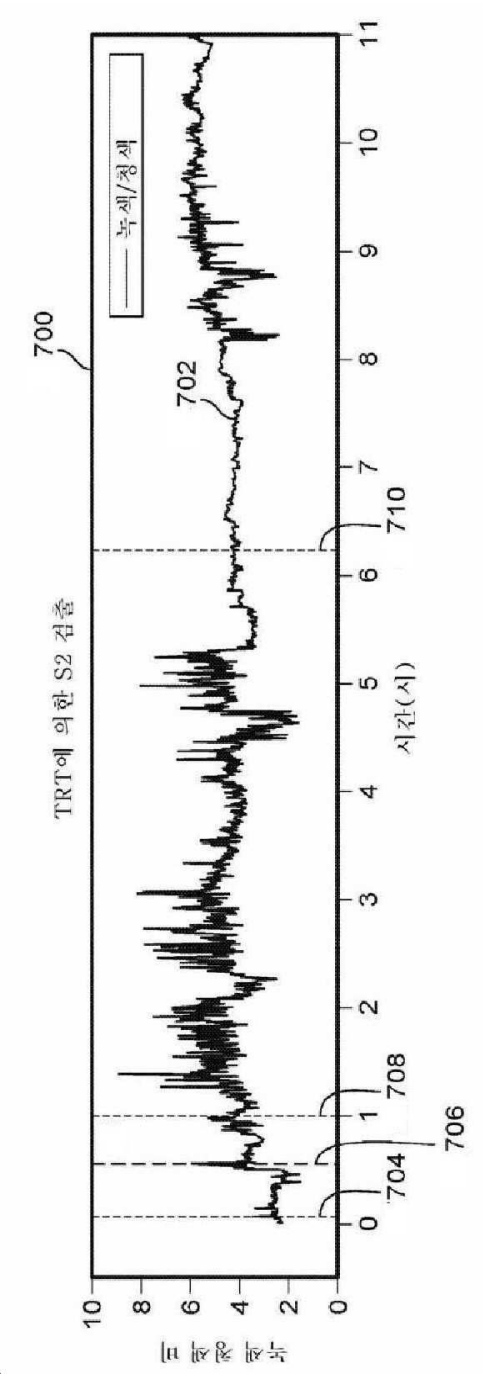
도면5



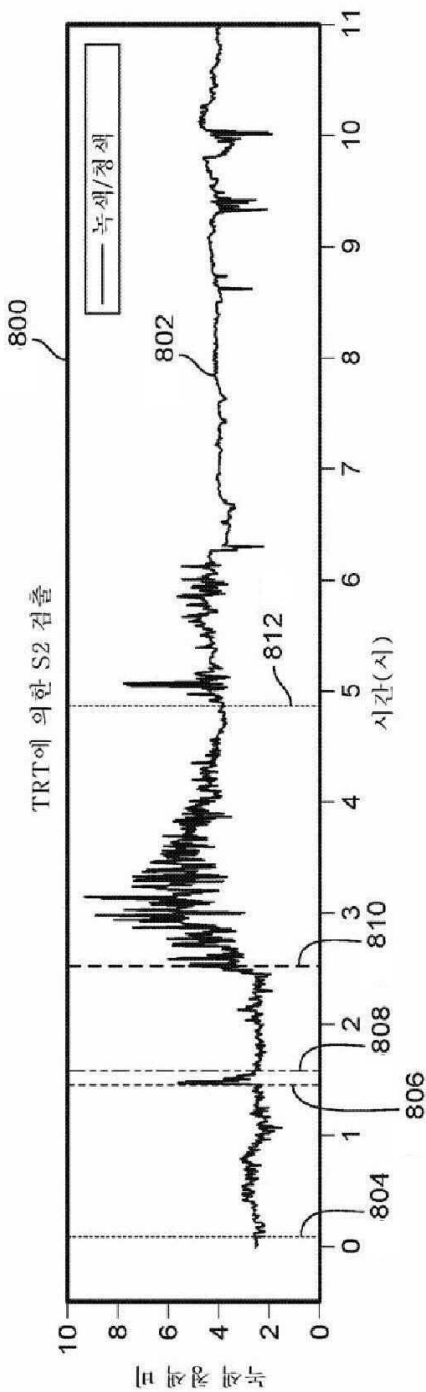
도면6



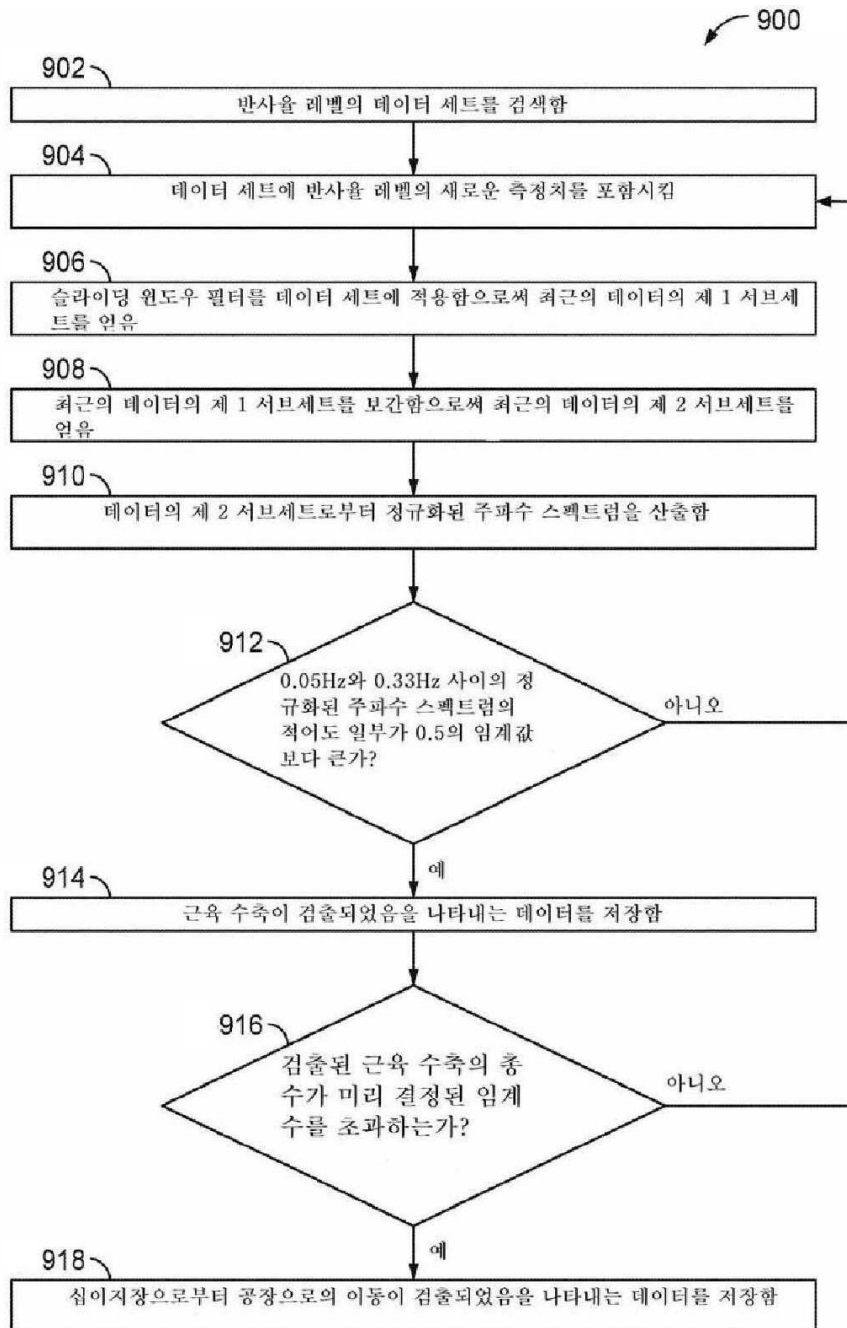
도면7



도면8

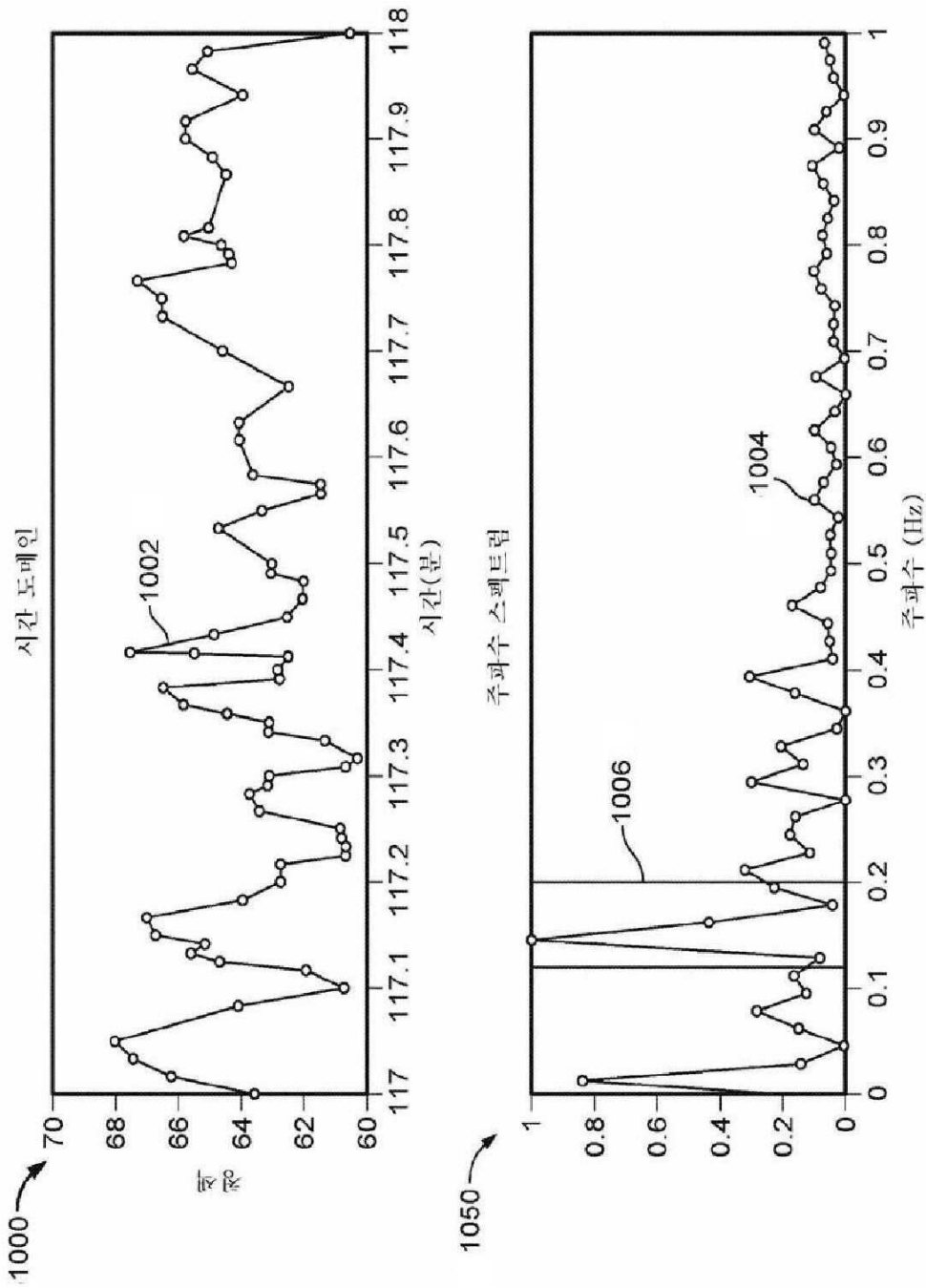


도면9

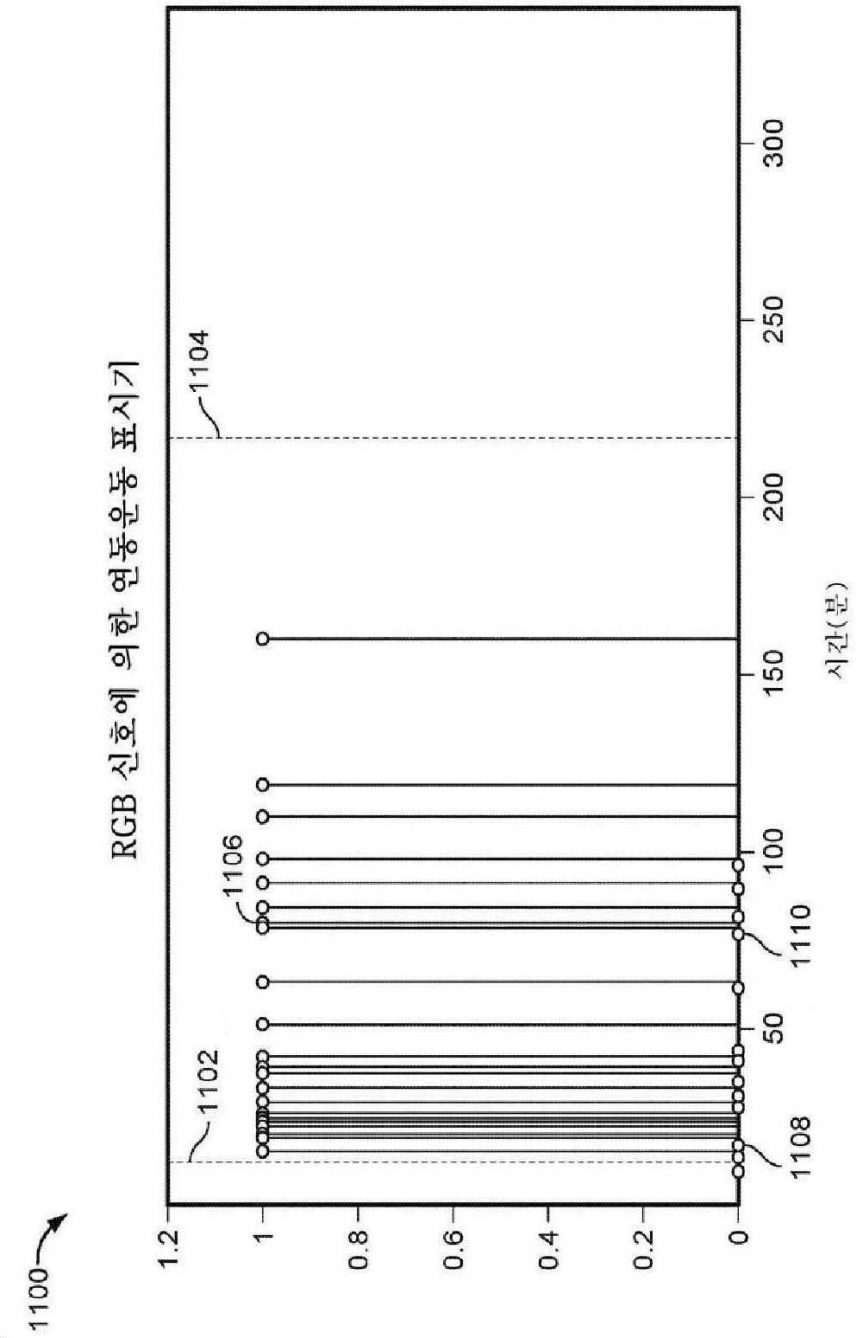




도면10

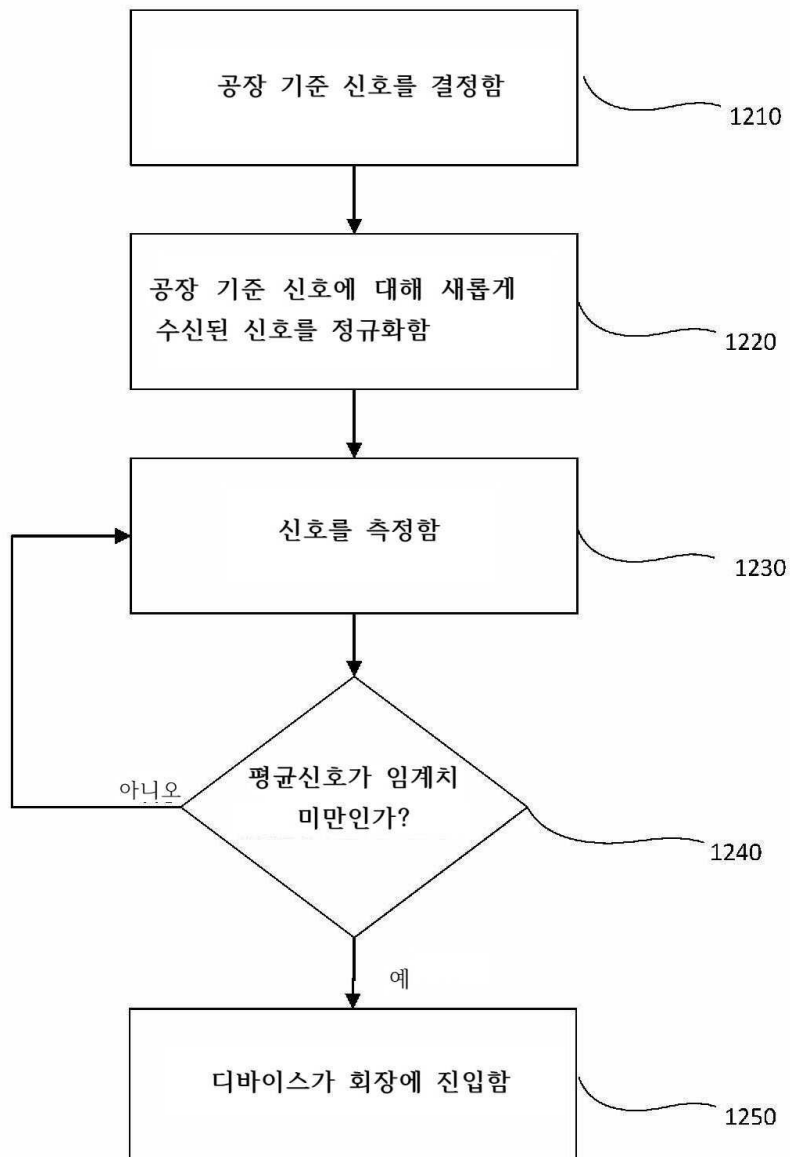


도면11

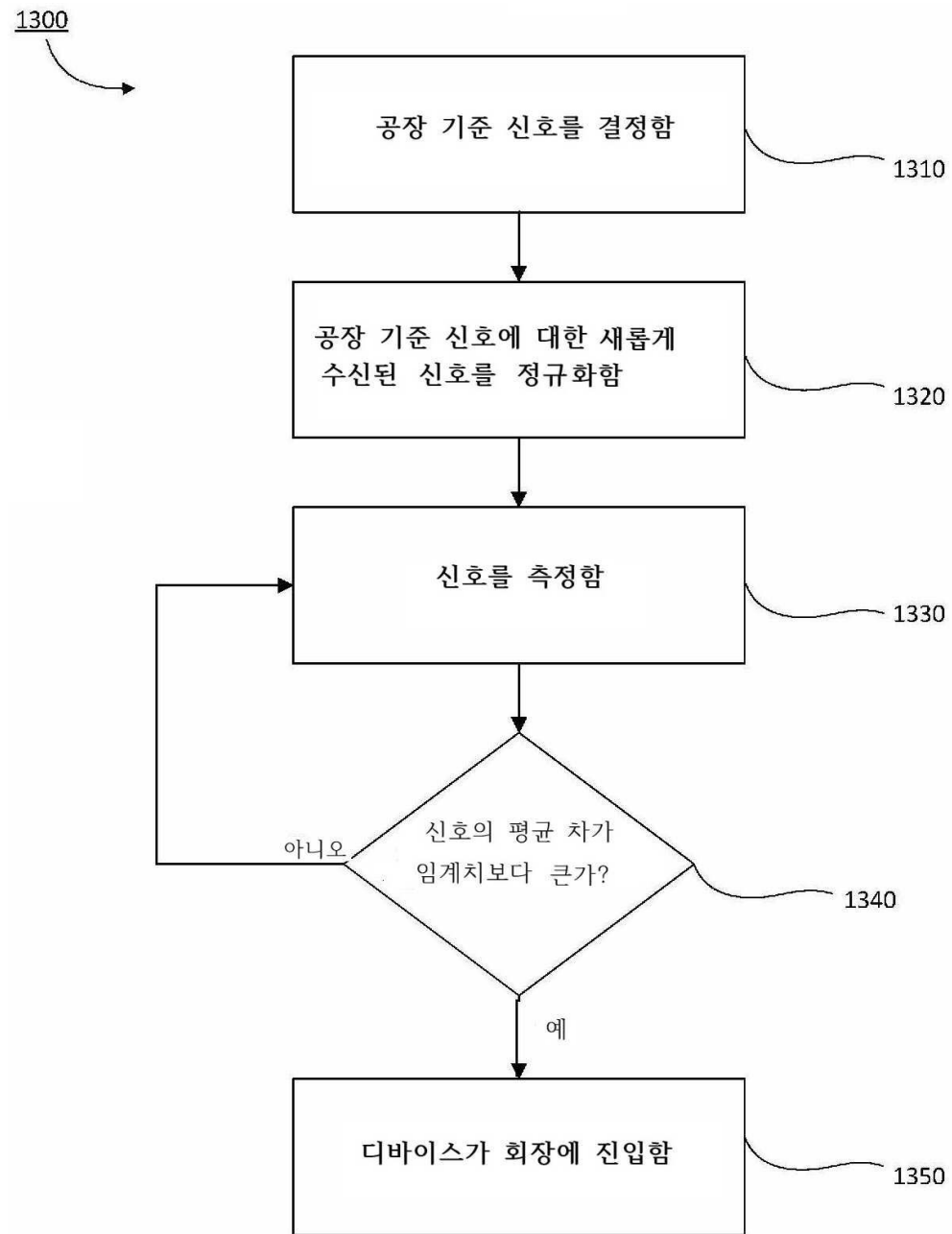


도면12

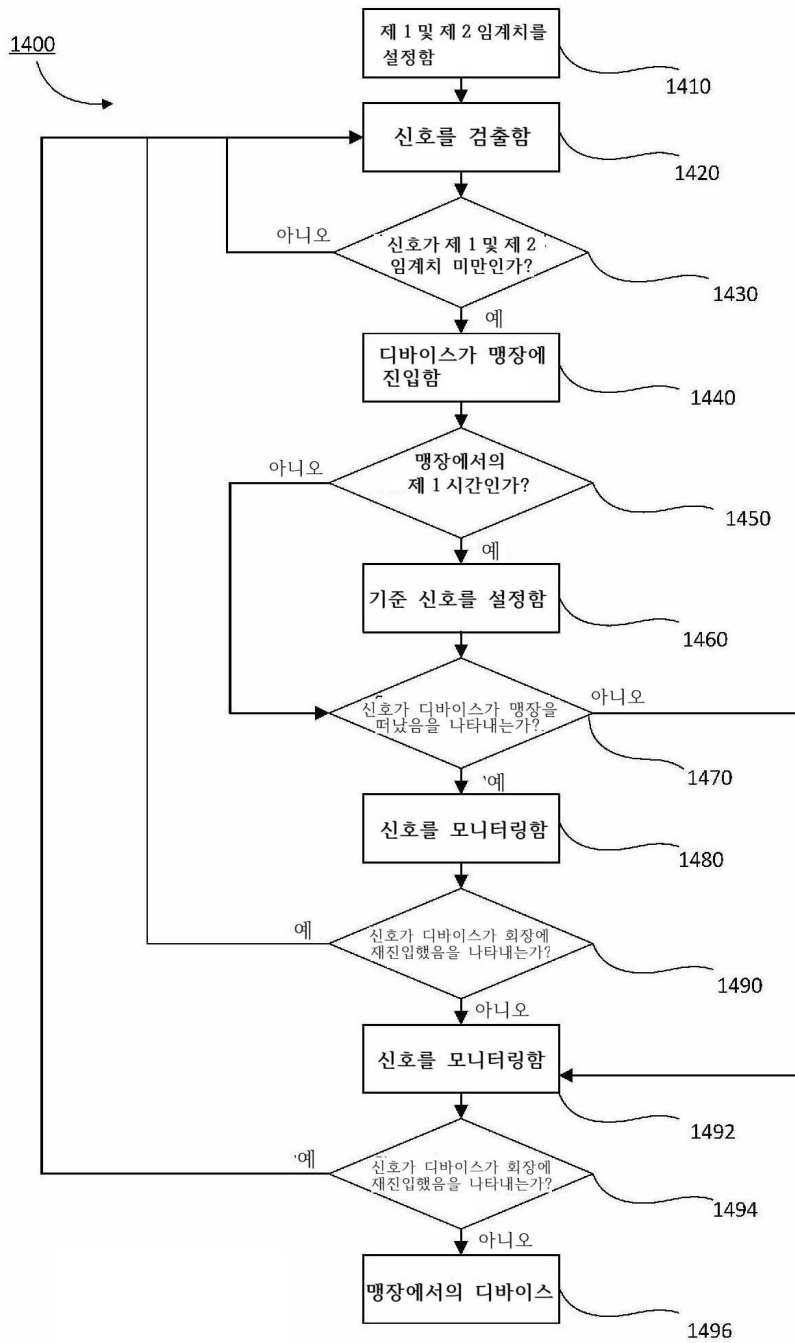
1200



도면13

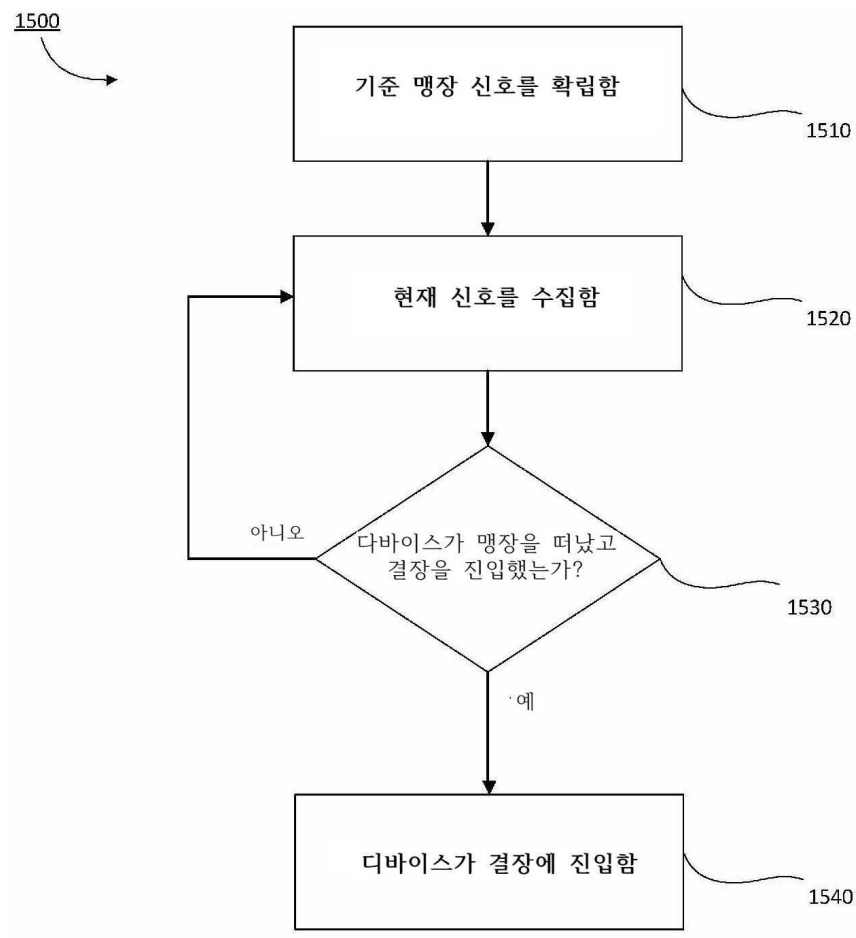


도면14





도면15



## 치료용으로 구동하기 위한 디지털 건강 모니터링

