



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102802496 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 28

(21) 申请号 201180014617. 3

代理人 刘新宇

(22) 申请日 2011. 01. 13

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

A61B 1/00 (2006. 01)

2010-033664 2010. 02. 18 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 09. 18

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/050402 2011. 01. 13

(87) PCT申请的公布数据

W02011/102161 JA 2011. 08. 25

(71) 申请人 奥林巴斯医疗株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 饭田隆广

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

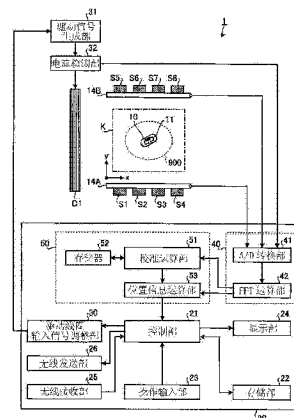
权利要求书 3 页 说明书 29 页 附图 23 页

(54) 发明名称

位置检测系统以及位置检测方法

(57) 摘要

本发明所涉及的位置检测系统(1)具备:胶囊内窥镜(10),其被配置于检测空间内K内,与在检测空间内K内形成的驱动磁场相应地产生谐振磁场;磁场产生线圈(D1),其在检测空间内产生驱动磁场;检测线圈(S1~S8),其检测由胶囊内窥镜(10)与驱动磁场相应地产生的谐振磁场与驱动磁场的合成磁场;电流检测部(32),其与检测线圈(S1~S8)的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈(D1)的驱动电流;以及位置检测部(50),其根据由检测线圈(S1~S8)检测出的合成磁场的检测值和由电流检测部(32)检测出的驱动电流的检测值来计算胶囊内窥镜(10)的位置和方向。



1. 一种位置检测系统,其特征在于,具备:

检测体,其被配置于检测空间内,与在上述检测空间内形成的驱动磁场相应地产生感应磁场;

一个以上的磁场产生线圈,其在上述检测空间内产生上述驱动磁场;

磁场检测线圈,其检测由上述检测体与上述驱动磁场相应地产生的上述感应磁场与上述驱动磁场的合成磁场;

电流检测部,其与上述磁场检测线圈的磁场检测同步地检测流过上述磁场产生线圈的驱动电流;以及

位置信息运算部,其根据由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场的检测值和由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值来计算上述检测体的位置和方向。

2. 根据权利要求1所述的位置检测系统,其特征在于,

还具备校准运算部,该校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值,来计算由上述磁场检测线圈检测出的合成磁场的检测值中的与上述驱动磁场对应的驱动磁场成分的相位,

上述位置信息运算部基于由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场,求出相对于在上述校准运算部中计算出的上述驱动磁场成分的相位具有大致正交的相位差的成分,根据所求出的该成分来计算上述检测体的位置和方向。

3. 根据权利要求2所述的位置检测系统,其特征在于,

还具备存储部,该存储部将在上述检测体不位于上述检测空间内的情况下由上述磁场检测线圈检测出的磁场的检测值和由上述电流检测部检测出的驱动电流的检测值存储为基准值,

上述校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值和存储在上述存储部中的上述基准值来计算上述驱动磁场成分的相位。

4. 根据权利要求3所述的位置检测系统,其特征在于,

上述校准运算部使用在上述存储部中作为上述基准值存储的驱动电流的检测值与由上述电流检测部检测出的驱动电流值的检测值之间的相位差来计算上述驱动磁场成分的相位。

5. 根据权利要求3所述的位置检测系统,其特征在于,

设置有多个上述磁场产生线圈,

该位置检测系统还具备:

切换部,其能够使各磁场产生线圈的闭合环路分别断开;以及

切换控制部,其在要获取上述基准值的情况下,使上述切换部将除了作为上述基准值的获取对象的上述磁场产生线圈以外的上述磁场产生线圈的闭合环路断开。

6. 根据权利要求2所述的位置检测系统,其特征在于,

上述校准运算部根据上述磁场产生线圈的特性、上述磁场检测线圈的特性、上述磁场产生线圈与上述磁场检测线圈的相对位置信息以及由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值,来计算由上述磁场检测线圈检测出的合成磁场的检测值中的上述驱动磁场的成分的相位。

7. 根据权利要求2所述的位置检测系统,其特征在于,

还具备存储部,该存储部存储对应关系,在该对应关系中,使上述磁场产生线圈以不同的相位产生驱动磁场的情况下由上述磁场检测线圈检测出的磁场的各检测值与由上述电流检测部检测出的驱动电流的各检测值相对应,

上述校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值和由上述存储部存储的对应关系来计算与上述驱动磁场对应的驱动磁场成分的相位。

8. 根据权利要求 2 所述的位置检测系统,其特征在于,

上述校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值来计算该驱动电流的相位,将计算出的该相位作为由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场的检测值中的上述驱动磁场的成分的相位来输出。

9. 根据权利要求 1 所述的位置检测系统,其特征在于,

还具备校准运算部,该校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值来计算由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场的检测值中的与上述驱动磁场对应的驱动磁场成分的振幅和相位,

上述位置信息运算部根据在上述校准运算部中计算出的上述驱动磁场成分的振幅和相位,来求出由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场与上述驱动磁场之差,根据所求出的该差来计算上述检测体的位置和方向。

10. 根据权利要求 9 所述的位置检测系统,其特征在于,

还具备存储部,该存储部将在上述检测体不位于上述检测空间内的情况下由上述磁场检测线圈检测出的磁场的检测值和由上述电流检测部检测出的驱动电流的检测值存储为基准值,

上述校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值和存储在上述存储部中的上述基准值来计算上述驱动磁场成分的振幅和相位。

11. 根据权利要求 10 所述的位置检测系统,其特征在于,

上述校准运算部使用在上述存储部中作为上述基准值存储的驱动电流的检测值和由上述电流检测部检测出的驱动电流值的检测值之间的振幅比和相位差,来计算上述驱动磁场成分的振幅和相位。

12. 根据权利要求 10 所述的位置检测系统,其特征在于,

设置有多个上述磁场产生线圈,

该位置检测系统还具备:

切换部,其能够使各磁场产生线圈的闭合环路分别断开;以及

切换控制部,其在要获取上述基准值的情况下,使上述切换部将除了作为上述基准值的获取对象的上述磁场产生线圈以外的上述磁场产生线圈的闭合环路断开。

13. 根据权利要求 9 所述的位置检测系统,其特征在于,

上述校准运算部根据上述磁场产生线圈的特性、上述磁场检测线圈的特性、上述磁场产生线圈与上述磁场检测线圈的相对位置信息以及由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值,来计算由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场的检测值中的上述驱动磁场的成分的振幅和相位。

14. 根据权利要求 9 所述的位置检测系统,其特征在于,

还具备存储部,该存储部存储对应关系,在该对应关系中,使上述磁场产生线圈以不同

的振幅和相位产生上述驱动磁场的情况下由上述磁场检测线圈检测出的磁场的各检测值与由上述电流检测部检测出的驱动电流的各检测值相对应，

上述校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值和存储在上述存储部中的对应关系来计算上述驱动磁场的成分的振幅和相位。

15. 一种位置检测方法,检测检测体的位置,该检测体被导入到配置有形成驱动磁场的—个以上的磁场产生线圈的检测空间内,与上述驱动磁场相应地产生感应磁场,该位置检测方法的特征在于,包括以下步骤:

磁场检测步骤,检测由上述检测体与上述驱动磁场相应地产生的上述感应磁场与上述驱动磁场的合成磁场;

电流检测步骤,与上述磁场检测步骤中的磁场检测同步地检测流过上述磁场产生线圈的驱动电流;以及

位置信息计算步骤,根据在上述磁场检测步骤中检测出的上述合成磁场的检测值和通过上述电流检测步骤检测出的上述驱动电流的检测值,来计算上述检测体的位置和方向。

16. 根据权利要求 15 所述的位置检测方法,其特征在于,

还包括校准计算步骤,在该校准计算步骤中,根据在上述电流检测步骤中检测出的上述驱动电流的检测值,来计算在上述磁场检测步骤中检测出的上述合成磁场的检测值中的与上述驱动磁场对应的驱动磁场成分的相位,

上述位置信息计算步骤基于在上述磁场检测步骤中检测出的上述合成磁场来求出相对于在上述校准计算步骤中计算出的上述驱动磁场成分的相位具有大致正交的相位差的成分,根据所求出的该成分来计算上述检测体的位置和方向。

17. 根据权利要求 15 所述的位置检测方法,其特征在于,

还包括校准计算步骤,在该校准计算步骤中,根据在上述电流检测步骤中检测出的上述驱动电流的检测值,来计算在上述磁场检测步骤中检测出的上述合成磁场的检测值中的与上述驱动磁场对应的驱动磁场成分的振幅和相位,

上述位置信息计算步骤根据在上述校准计算步骤中计算出的上述驱动磁场成分的振幅和相位,来求出在上述磁场检测步骤中检测出的上述合成磁场与上述驱动磁场之差,根据所求出的该差来计算上述检测体的位置和方向。

位置检测系统以及位置检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种位置检测系统以及位置检测方法,特别是涉及一种使用磁场对被导入到被检体内的胶囊型被检体内导入装置的位置进行检测的位置检测系统以及位置检测方法。

背景技术

[0002] 近年来,开发出一种具备摄像元件的胶囊型检测体(以下,称为胶囊内窥镜)(例如参照下面示出的专利文献1)。胶囊内窥镜例如经过口腔被导入到被检体内而拍摄被检体内,将获得的图像(以下,称为被检体内图像)以无线方式发送到配置在被检体外的外部装置。操作员通过目视来确认由外部装置接收到的被检体内图像,由此能够诊断被检体的症状等。

[0003] 在使用了如上所述的胶囊内窥镜的医疗系统中,期望正确地获知胶囊内窥镜的位置、朝向等,其目的在于确定被检体内的拍摄位置、引导胶囊内窥镜的位置等。因此在专利文献1中,公开了如下一种位置检测系统:在胶囊内窥镜内设置由线圈(L)和电容器(C)构成的谐振电路(以下,将该谐振电路称为LC谐振电路),由设置于外部装置的检测线圈对该LC谐振电路通过从外部施加的交变磁场(以下,将该磁场称为驱动磁场)所产生的谐振磁场进行检测,由此检测胶囊内窥镜的位置、朝向。

[0004] 专利文献1:日本特开2006-271520号公报

发明内容

[0005] 发明要解决的问题

[0006] 在此,为了检测出检测体的位置,需要从检测线圈的检测值中分离出驱动磁场成分和共振磁场成分。作为从检测线圈的检测值中分离出驱动磁场成分和共振磁场成分的方法,存在从检测线圈的输出中检测相位与驱动磁场大致正交的振幅成分和相位与驱动磁场大致相同的振幅成分的方法。而且,在该方法中,建议如下一种方法:通过使驱动磁场的周期与傅里叶变换的周期同步,来使开始傅里叶变换的定时的驱动磁场的相位固定。然而,在该方法中,存在以下的问题:在由于驱动磁场产生部的经时变化、温度变化以及与LC谐振电路的干扰等而驱动磁场的相位发生变化的情况下,导致傅里叶变换的开始定时的相位会不同,从而无法正确地进行分离,位置检测精确度会变差。

[0007] 另外,作为从检测线圈的检测值中分离出驱动磁场成分和共振磁场成分的其它方法,存在如下一种方法:预先在不存在胶囊内窥镜的状态下产生驱动磁场并保存这种情况下的检测线圈的检测值,从存在胶囊内窥镜的状态下的检测线圈的检测值减去所保存的不存在胶囊内窥镜的情况下的检测值。然而,在该方法中,也存在以下的问题:在由于驱动磁场产生部的经时变化、温度变化以及与LC谐振电路的干扰等而驱动磁场的相位和振幅发生变化的情况下,所保存的不存在胶囊内窥镜的情况下的检测值与要进行减法运算的实际的驱动磁场成分之间会产生差,无法正确地进行分离,从而导致位置检测精确度会变差。

[0008] 本发明是鉴于上述问题而完成的,其目的在于提供一种能够正确地进行驱动磁场成分与谐振磁场成分的分离来高精度地检测检测体的位置的位置检测系统以及位置检测方法。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 为了解决上述问题并达到目的,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,具备:检测体,其被配置于检测空间内,与在上述检测空间内形成的驱动磁场相应地产生感应磁场;一个以上的磁场产生线圈,其在上述检测空间内产生上述驱动磁场;磁场检测线圈,其检测由上述检测体与上述驱动磁场相应地产生的上述感应磁场与上述驱动磁场的合成磁场;电流检测部,其与上述磁场检测线圈的磁场检测同步地检测流过上述磁场产生线圈的驱动电流;以及位置信息运算部,其根据由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场的检测值和由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值来计算上述检测体的位置和方向。

[0011] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,还具备校准运算部,该校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值,来计算由上述磁场检测线圈检测出的合成磁场的检测值中的与上述驱动磁场对应的驱动磁场成分的相位,上述位置信息运算部基于由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场,求出相对于在上述校准运算部中计算出的上述驱动磁场成分的相位具有大致正交的相位差的成分,根据所求出的该成分来计算上述检测体的位置和方向。

[0012] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,还具备存储部,该存储部将在上述检测体不位于上述检测空间内的情况下由上述磁场检测线圈检测出的磁场的检测值和由上述电流检测部检测出的驱动电流的检测值存储为基准值,上述校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值和存储在上述存储部中的上述基准值来计算上述驱动磁场成分的相位。

[0013] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,上述校准运算部使用在上述存储部中作为上述基准值存储的驱动电流的检测值与由上述电流检测部检测出的驱动电流值的检测值之间的相位差来计算上述驱动磁场成分的相位。

[0014] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,设置有多个上述磁场产生线圈,该位置检测系统还具备:切换部,其能够使各磁场产生线圈的闭合环路分别断开;以及切换控制部,其在要获取上述基准值的情况下,使上述切换部将除了作为上述基准值的获取对象的上述磁场产生线圈以外的上述磁场产生线圈的闭合环路断开。

[0015] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,上述校准运算部根据上述磁场产生线圈的特性、上述磁场检测线圈的特性、上述磁场产生线圈与上述磁场检测线圈的相对位置信息以及由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值,来计算由上述磁场检测线圈检测出的合成磁场的检测值中的上述驱动磁场的成分的相位。

[0016] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,还具备存储部,该存储部存储对应关系,在该对应关系中,使上述磁场产生线圈以不同的相位产生驱动磁场的情况下由上述磁场检测线圈检测出的磁场的各检测值与由上述电流检测部检测出的驱动电流的各检测值相对应,上述校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值和由上述存储部存储的对应关系来计算与上述驱动磁场对应的驱动磁场成分的相位。

[0017] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,上述校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值来计算该驱动电流的相位,将计算出的该相位作为由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场的检测值中的上述驱动磁场的成分的相位来输出。

[0018] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,还具备校准运算部,该校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值来计算由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场的检测值中的与上述驱动磁场对应的驱动磁场成分的振幅和相位,上述位置信息运算部根据在上述校准运算部中计算出的上述驱动磁场成分的振幅和相位,来求出由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场与上述驱动磁场之差,根据所求出的该差来计算上述检测体的位置和方向。

[0019] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,还具备存储部,该存储部将在上述检测体不位于上述检测空间内的情况下由上述磁场检测线圈检测出的磁场的检测值和由上述电流检测部检测出的驱动电流的检测值存储为基准值,上述校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值和存储在上述存储部中的上述基准值来计算上述驱动磁场成分的振幅和相位。

[0020] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,上述校准运算部使用在上述存储部中作为上述基准值存储的驱动电流的检测值和由上述电流检测部检测出的驱动电流值的检测值之间的振幅比和相位差,来计算上述驱动磁场成分的振幅和相位。

[0021] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,设置有多个上述磁场产生线圈,该位置检测系统还具备:切换部,其能够使各磁场产生线圈的闭合环路分别断开;以及切换控制部,其在要获取上述基准值的情况下,使上述切换部将除了作为上述基准值的获取对象的上述磁场产生线圈以外的上述磁场产生线圈的闭合环路断开。

[0022] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,上述校准运算部根据上述磁场产生线圈的特性、上述磁场检测线圈的特性、上述磁场产生线圈与上述磁场检测线圈的相对位置信息以及由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值,来计算由上述磁场检测线圈检测出的上述合成磁场的检测值中的上述驱动磁场的成分的振幅和相位。

[0023] 另外,本发明所涉及的位置检测系统的特征在于,还具备存储部,该存储部存储对应关系,在该对应关系中,使上述磁场产生线圈以不同的振幅和相位产生上述驱动磁场的情况下由上述磁场检测线圈检测出的磁场的各检测值与由上述电流检测部检测出的驱动电流的各检测值相对应,上述校准运算部根据由上述电流检测部检测出的上述驱动电流的检测值和存储在上述存储部中的对应关系来计算上述驱动磁场的成分的振幅和相位。

[0024] 另外,本发明所涉及的位置检测方法检测检测体的位置,该检测体被导入到配置有形成驱动磁场的的一个以上的磁场产生线圈的检测空间内,与上述驱动磁场相应地产生感应磁场,该位置检测方法的特征在于,包括以下步骤:磁场检测步骤,检测由上述检测体与上述驱动磁场相应地产生的上述感应磁场与上述驱动磁场的合成磁场;电流检测步骤,与上述磁场检测步骤中的磁场检测同步地检测流过上述磁场产生线圈的驱动电流;以及位置信息计算步骤,根据在上述磁场检测步骤中检测出的上述合成磁场的检测值和通过上述电流检测步骤检测出的上述驱动电流的检测值,来计算上述检测体的位置和方向。

[0025] 另外,本发明所涉及的位置检测方法的特征在于,还包括校准计算步骤,在该校准

计算步骤中,根据在上述电流检测步骤中检测出的上述驱动电流的检测值,来计算在上述磁场检测步骤中检测出的上述合成磁场的检测值中的与上述驱动磁场对应的驱动磁场成分的相位,上述位置信息计算步骤基于在上述磁场检测步骤中检测出的上述合成磁场来求出相对于在上述校准计算步骤中计算出的上述驱动磁场成分的相位具有大致正交的相位差的成分,根据所求出的该成分来计算上述检测体的位置和方向。

[0026] 另外,本发明所涉及的位置检测方法的特征在于,还包括校准计算步骤,在该校准计算步骤中,根据在上述电流检测步骤中检测出的上述驱动电流的检测值,来计算在上述磁场检测步骤中检测出的上述合成磁场的检测值中的与上述驱动磁场对应的驱动磁场成分的振幅和相位,上述位置信息计算步骤根据在上述校准计算步骤中计算出的上述驱动磁场成分的振幅和相位,来求出在上述磁场检测步骤中检测出的上述合成磁场与上述驱动磁场之差,根据所求出的该差来计算上述检测体的位置和方向。

[0027] 发明的效果

[0028] 本发明所涉及的位置检测系统能够根据由电流检测部检测出的驱动电流的检测值从合成磁场中分离出当前磁场产生线圈所产生的驱动磁场成分,因此能够正确地进行驱动磁场成分与谐振磁场成分的分,从而能够高精度地检测检测体的位置。

[0029] 本发明所涉及的位置检测方法能够根据在电流检测步骤中检测出的驱动电流的检测值从合成磁场中分离出当前磁场产生线圈所产生的驱动磁场成分,因此能够正确地进行驱动磁场成分与谐振磁场成分的分,从而能够高精度地检测检测体的位置。

附图说明

[0030] 图 1 是表示实施方式 1 所涉及的位置检测系统的概要结构的示意图。

[0031] 图 2 是表示针对图 1 所示的磁场产生线圈所产生的驱动磁场的强度的时间依赖、或针对检测线圈所检测出的驱动磁场的强度的时间依赖性的图。

[0032] 图 3 是表示由图 1 所示的磁场产生线圈产生的驱动磁场、作为利用检测线圈得到的检测磁场的合成磁场以及胶囊内窥镜的谐振磁场之间的关系图。

[0033] 图 4 是表示图 1 所示的位置检测系统中的位置检测处理的处理过程的流程图。

[0034] 图 5 是表示图 4 所示的基准值获取处理的处理过程的流程图。

[0035] 图 6 是表示图 4 所示的校准运算处理的处理过程的流程图。

[0036] 图 7 是表示针对图 1 所示的磁场产生线圈所产生的驱动磁场的强度的时间依赖、或针对检测线圈所检测出的驱动磁场的强度的时间依赖性的其它例的图。

[0037] 图 8 是表示由图 1 所示的磁场产生线圈产生的驱动磁场、作为利用检测线圈得到的检测磁场的合成磁场以及胶囊内窥镜的谐振磁场之间的关系图。

[0038] 图 9 是表示实施方式 1 的变形例 1 中的位置检测处理的处理过程的流程图。

[0039] 图 10 是表示图 9 所示的基准值获取处理的处理过程的流程图。

[0040] 图 11 是表示图 9 所示的校准运算处理的处理过程的流程图。

[0041] 图 12 是表示实施方式 1 的变形例 2 中的位置检测处理的处理过程的流程图。

[0042] 图 13 是表示图 12 所示的校准运算处理的处理过程的流程图。

[0043] 图 14 是表示实施方式 1 的变形例 3 中的位置检测处理的处理过程的流程图。

[0044] 图 15 是表示图 14 所示的校准数据表制作处理的处理过程的流程图。

- [0045] 图 16 是表示图 14 所示的校准数据获取处理的处理过程的流程图。
- [0046] 图 17 是表示实施方式 1 的变形例 4 中的校准运算处理的处理过程的流程图。
- [0047] 图 18 是表示本实施方式 2 所涉及的位置检测系统的概要结构的示意图。
- [0048] 图 19 是表示图 18 所示的位置检测系统中的位置检测处理的处理过程的流程图。
- [0049] 图 20 是表示图 19 所示的基准值获取处理的处理过程的流程图。
- [0050] 图 21 是表示图 19 所示的校准运算处理的处理过程的流程图。
- [0051] 图 22 是表示实施方式 2 的变形例 1 中的位置检测处理的处理过程的流程图。
- [0052] 图 23 是表示图 22 所示的基准值获取处理的处理过程的流程图。
- [0053] 图 24 是表示图 22 所示的校准运算处理的处理过程的流程图。
- [0054] 图 25 是表示实施方式 1 或 2 中的胶囊内窥镜的概要结构例的框图。
- [0055] 图 26 是表示本发明的实施方式 1 或 2 的胶囊内窥镜的概要结构例的外观图。

具体实施方式

[0056] 下面,与附图一起详细说明用于实施本发明的优选方式。此外,在以下说明中,各图只不过是以能够理解本发明的内容的程度概要地示出形状、大小以及位置关系,因而,本发明并不局限于在各图中例示的形状、大小以及位置关系。另外,在附图的记载中,对同一部分附加同一标记。

[0057] (实施方式 1)

[0058] 下面,使用附图来详细说明本发明的实施方式 1 的位置检测系统 1 的结构和动作。此外,本实施方式实现如下的位置检测系统以及位置检测方法:求出当前产生的驱动磁场成分,基于该驱动磁场成分分离出谐振磁场成分,由此能够高精度地检测检测体的位置而不受到驱动磁场的经时变化等的影响。

[0059] 图 1 是表示本实施方式 1 的位置检测系统 1 的概要结构的示意图。如图 1 所示,本实施方式 1 所涉及的位置检测系统 1 具备:检测空间 K,其容纳被导入了作为检测体的胶囊内窥镜 10 的被检体 900;以及外部装置 20,其检测胶囊内窥镜 10 在检测空间 K 内的位置和朝向(姿势)。

[0060] 如图 1 所示,胶囊内窥镜 10 具有产生位置检测用的谐振磁场的谐振磁场产生部 11(参照图 1)。谐振磁场产生部 11 如后所述那样包括由并联连接的电容器(C)和电感器(L)构成的 LC 谐振电路,通过从外部输入的、频率与谐振频率大致相同的位置检测用磁场(以下,称为驱动磁场)来激励该 LC 谐振电路,从而产生谐振磁场。换言之,胶囊内窥镜 10 与在检测空间 K 内形成的驱动磁场相应地产生作为感应磁场的谐振磁场。此外,谐振频率 F 是由并联连接的电容器(C)和电感器(L)决定的 LC 谐振电路的谐振频率。另外,胶囊内窥镜 10 例如也可以具有作为胶囊型医疗装置的功能,接收来自外部装置 20 的表示各种操作指示的无线信号,并且将通过拍摄被检体内部的图像而获取到的被检体内信息作为无线信号发送到外部装置 20。

[0061] 检测空间 K 中配置有:磁场产生线圈 D1,其在检测空间 K 内形成大致均匀的驱动磁场;多个检测线圈 S1~S8(以下将任意的检测线圈的标记设为 S),该多个检测线圈 S1~S8 检测在检测空间 K 内形成的磁场;以及布线基板 14A 和 14B,该布线基板 14A 和 14B 中分别安装有多个检测线圈 S1~S4 和 S5~S8。另外,布线基板 14A 例如设置在载置被导入了胶囊内

窥镜 10 的被检体 900 的载置台（未图示）的下侧，布线基板 14B 例如配置于检测空间 K 的上侧。

[0062] 磁场产生线圈 D1 例如在检测空间 K 内产生由沿规定轴方向延伸的磁力线形成的大致均匀的驱动磁场，来作为在检测空间 K 内产生的驱动磁场。各检测线圈 S 检测在检测空间 K 内形成的磁场，在胶囊内窥镜 10 被配置于检测空间 K 内的情况下，检测与磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场相应地由胶囊内窥镜 10 的谐振磁场产生部 11 产生的谐振磁场与由磁场产生线圈 D1 产生的驱动磁场的合成磁场。从各检测线圈 S 读出的检测信号是以电压来表示各检测线圈 S 所配置的位置处的磁场的强度、相位等磁场信息的信号。各检测线圈 S 例如是包括能够对规定轴方向的磁场强度和方向进行检测的线圈的磁传感器。但是，并不限于此，例如也可以使用由磁敏电阻元件、磁阻抗元件（MI 元件）等构成的磁传感器来构成各检测线圈 S。另外，各检测线圈 S 还能够由三轴磁传感器等构成，该三轴磁传感器由分别对 x 轴、y 轴或者 z 轴进行检测的三个线圈构成。多个检测线圈 S 被配置在不容易受到驱动磁场的影响且易于检测胶囊内窥镜 10 的谐振磁场产生部 11 所产生的谐振磁场的位置。在本实施方式 1 中，示出多个检测线圈 S1~S4 被二维排列在配置于检测空间 K 下侧的布线基板 14A 的底面（检测空间 K 下侧的 x-y 平面）的例子，并且示出多个检测线圈 S5~S8 被二维排列在配置于检测空间 K 上侧的布线基板 14B 的上表面（检测空间 K 上侧的 x-y 平面）的例子。

[0063] 另外，外部装置 20 具备：控制部 21，其控制外部装置 20 内的各部；存储部 22，其存储由控制部 21 控制各部时执行的各种程序和参数等；操作输入部 23，其用于操作员输入对于胶囊内窥镜 10 的各种操作指示；显示部 24，其以图像（包括影像）、声音的方式显示胶囊内窥镜 10 的位置、朝向以及从胶囊内窥镜 10 获取到的被检体内信息；无线接收部 25，其接收从胶囊内窥镜 10 作为无线信号发送过来的被检体内信息等；以及无线发送部 26，其将摄像指示等各种操作指示作为无线信号发送到胶囊内窥镜 10。

[0064] 而且，外部装置 20 具备：驱动线圈输入信号调整部 30，其对使用于磁场产生线圈 D1 的驱动的信号振幅、相位进行调整；驱动信号生成部 31，其按照来自驱动线圈输入信号调整部 30 的控制来生成要输入到磁场产生线圈 D1 的驱动信号；电流检测部 32，其与检测线圈 S 中的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流；转换部 40，其通过对从检测线圈 S 读出的电压变化进行 A/D 转换、傅里叶变换来分离出规定的频率成分以作为合成磁场成分进行输出，并且，通过对由电流检测部 32 读出的电流变化进行 A/D 转换、傅里叶变换来分离出规定的频率成分以作为驱动电流成分进行输出；以及位置检测部 50，其根据由各检测线圈 S 分别检测出的合成磁场成分和由电流检测部 32 检测出的驱动电流成分来获取各合成磁场成分中所包含的胶囊内窥镜 10 的谐振磁场成分，从而计算胶囊内窥镜 10 的位置和方向。此外，在图 1 中，列举出了使驱动信号生成部 31 为独立于外部装置 20 的个体的情况下的结构，但是本发明并不限于此，也可以是将该驱动信号生成部 31 设置在外部装置 20 内的结构。

[0065] 控制部 21 例如由 CPU、MPU 等构成，按照从存储部 22 读出的程序和参数来控制外部装置 20 内的各部。另外，存储部 22 例如由 RAM、ROM 等构成，保存由控制部 21 控制各部时执行的程序和参数。在该存储部 22 中适当地保存有从胶囊内窥镜 10 接收到的被检体内图像、位置检测部 50 所导出的胶囊内窥镜 10 的位置、朝向等信息。

[0066] 操作输入部 23 例如由键盘、鼠标、数字键以及操纵杆等构成,构成为用于操作员输入摄像指示(包括其它的被检体内信息获取指示)等对于胶囊内窥镜 10 的各种操作指示、对显示在显示部 24 中的画面进行切换的画面切换指示等对于外部装置 20 的各种操作指示等。此外,在胶囊内窥镜 10 具备多个摄像部、并且在显示部 24 中大致实时地显示由胶囊内窥镜 10 获取到的图像的情况下,也可以还具备对显示在显示部 24 中的画面进行切换的切换功能。

[0067] 显示部 24 例如由液晶显示器、等离子体显示器、LED 阵列等显示装置构成,显示胶囊内窥镜 10 的位置、朝向等信息以及从胶囊内窥镜 10 发送过来的被检体内图像等被检体内信息。另外,在显示部 24 中也可以搭载使用了扬声器等的声音再现功能。显示部 24 使用该声音再现功能将关于各种操作向导、胶囊内窥镜 10 的电池余量等的信息(包括警告等)以声音方式通知给操作员。

[0068] 无线接收部 25 与接近检测空间 K 而配置的由偶极天线(dipole antenna)等构成的未图示的接收用天线相连接。该接收用天线例如被配置在检测空间 K 附近。无线接收部 25 通过接收用天线接收从胶囊内窥镜 10 作为无线信号发送的被检体内图像等,在对接收到的信号执行滤波、下变频、解调以及解码等各种处理之后,将其输出到控制部 21。

[0069] 无线发送部 26 与接近检测空间 K 而配置的由偶极天线等构成的未图示的发送用天线相连接。该发送用天线例如被配置在检测空间 K 附近。无线发送部 26 在对从控制部 21 输入的针对胶囊内窥镜 10 的各种操作指示等信号执行向发送用基准频率信号的叠加、调制、上变频等各种处理之后,将其作为电波信号从发送用天线发送给胶囊内窥镜 10。

[0070] 驱动线圈输入信号调整部 30 按照从控制部 21 输入的控制信号,来计算频率与胶囊内窥镜 10 中的 LC 谐振电路的谐振频率大致相同的信号波形,将该信号波形输出到驱动信号生成部 31。

[0071] 驱动信号生成部 31 按照从驱动线圈输入信号调整部 30 输入的信号波形生成驱动信号,对该驱动信号进行电流放大之后,将放大后的驱动信号输入到磁场产生线圈 D1。被输入放大后的驱动信号的磁场产生线圈 D1 产生频率与胶囊内窥镜 10 的 LC 谐振电路所具有的谐振频率大致相同的磁场,由此在检测空间 K 内形成使 LC 谐振电路激励的驱动磁场。

[0072] 电流检测部 32 与检测线圈 S 中的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流并输出到转换部 40。另外,从电流检测部 32 输出的检测信号是以电流来表示流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的强度、相位等信息的信号。此外,从电流检测部 32 输出的检测信号也可以是以电压来表示流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的强度、相位等信息的信号。

[0073] 转换部 40 通过对由检测线圈 S 读出的表示电压变化的检测信号执行规定的处理,来大致实时地导出检测信号中所包含的与合成磁场成分对应的规定的频率成分。另外,转换部 40 通过对由电流检测部 32 读出的表示电流变化的检测信号执行规定的处理,来大致实时地导出与驱动电流对应的规定的频率成分。

[0074] 该转换部 40 例如包括 A/D 转换部 41 和 FFT 运算部 42。A/D 转换部 41 从多个检测线圈 S 和电流检测部 32 分别读出各检测信号,适当地对读出的模拟的各检测信号进行放大、频带限制、A/D 转换。另外,FFT 运算部 42 对从 A/D 转换部 41 输出的数字的各检测信号进行高速傅立叶变换,由此生成表示在各检测线圈 S 中检测出的各合成磁场成分和在电流检测部 32 中检测出的驱动电流的数据(以下,将其称为 FFT 数据)。FFT 运算部 42 将表示

在各检测线圈 S 中检测出的各合成磁场成分的 FFT 数据输入到位置检测部 50 中的校准运算部 51 和位置信息运算部 53。另外,FFT 运算部 42 将表示在电流检测部 32 中检测出的驱动电流的 FFT 数据输入到位置检测部 50 中的校准运算部 51。另外,FFT 数据是将从检测线圈 S 读出的检测信号中所包含的磁场信息或从电流检测部 32 读出的检测信号中所包含的驱动电流信息转换为由强度和相位的成分构成的信息所得到的数据。

[0075] 位置检测部 50 通过对从转换部 40 输入的 FFT 数据执行规定的运算处理,来基于检测信号中所包含的磁场信息导出胶囊内窥镜 10 的当前位置、朝向。

[0076] 在此,在对胶囊内窥镜 10 进行位置检测时从各检测线圈 S 读出的检测信号中,除了由 LC 谐振电路产生的谐振磁场成分以外,还包含由磁场产生线圈 D1 产生的具有与谐振频率大致相同的频率的驱动磁场成分。因而,直接利用与各检测线圈 S 对应的 FFT 数据是无法直接导出胶囊内窥镜 10(特别是 LC 谐振电路)的正确位置、朝向的。因此,在位置检测部 50 中,需要从利用各检测线圈 S 得到的合成磁场的检测值中分离出驱动磁场成分,来求出与 LC 谐振电路所产生的谐振磁场对应的谐振磁场成分。

[0077] 在本实施方式 1 中,位置检测部 50 不是求出与预先检测出的不存在 LC 谐振电路的状态下的驱动磁场对应的驱动磁场成分,而是求出与当前由磁场产生线圈 D1 产生的驱动磁场对应的驱动磁场成分,并从合成磁场中分离出所求出的该驱动磁场成分,从而获取胶囊内窥镜 10 的 LC 谐振电路实际所产生的谐振磁场成分。

[0078] 位置检测部 50 具有:校准运算部 51,其根据由电流检测部 32 检测出的驱动电流的检测值来计算由检测线圈 S 检测出的合成磁场成分的检测值中的驱动磁场成分的相位;存储器 52,其存储规定的基准值;以及位置信息运算部 53,其基于由检测线圈 S 检测出的合成磁场来求出相对于在校准运算部 51 中计算出的驱动磁场成分的相位具有大致正交的相位差的成分,根据所求出的该成分来计算胶囊内窥镜 10 的位置和方向。

[0079] 参照图 2 来说明位置检测部 50 的各结构部的处理内容。首先,在检测线圈 S 所检测出的合成磁场中,包含与磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场相应地由胶囊内窥镜 10 的谐振磁场产生部 11 产生的谐振磁场,并且包含磁场产生线圈 D1 自身所产生的驱动磁场。即,无论胶囊内窥镜 10 是否位于检测范围 K 内,检测线圈 S 都会检测到磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场。而且,根据磁场产生线圈 D1 与检测线圈 S 的相对位置关系,检测线圈 S 所检测到的驱动磁场成分与磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场具有成对的关系。

[0080] 图 2 的 (1) 是表示针对磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的强度的时间依赖性的图,图 2 的 (2) 是表示针对检测线圈 S 所检测出的驱动磁场的强度的时间依赖性的图。在图 2 的 (2) 中,示出了胶囊内窥镜 10 不位于检测范围 K 内的情况下的检测线圈 S 的检测结果。

[0081] 例如,如该图 2 的 (1) 的曲线 Ld0 所示,在磁场产生线圈 D1 以规定频率产生驱动磁场的情况下,在检测线圈 S 中,在如图 2 的 (2) 的曲线 Ls0 那样偏移了时间 T 的状态下以相同频率检测出驱动磁场。该对应关系是由磁场产生线圈 D1 的特性、检测线圈 S 的特性以及磁场产生线圈 D1 与检测线圈 S 的相对位置关系来决定的。因而,在由磁场产生线圈 D1 产生的驱动磁场由于经时变化而如图 2 的 (1) 的曲线 Ld1 所示那样以与曲线 Ld0 相比如箭头 Y1 那样偏移了 $\Delta D \theta$ 的相位产生的情况下,在检测线圈 S 中也如图 2 的 (2) 的曲线 Ls1 所示那样以与曲线 Ls0 相比如箭头 Y2 那样偏移了 $\Delta D \theta$ 的相位检测出驱动磁场。

[0082] 因此,只要预先求出磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场和在该情况下由检测线圈 S 检测出的驱动磁场的检测结果来作为基准,并求出为了进行胶囊内窥镜 10 的位置检测而当前由磁场产生线圈 D1 产生的驱动磁场的相位相比于作为基准的驱动磁场的相位发生了多少变化,就能够求出检测线圈 S 所检测出的合成磁场中的与驱动磁场对应的成分的相位。这是因为,检测线圈 S 所检测出的合成磁场中的与驱动磁场对应的成分也从基准偏移了与由磁场产生线圈 D1 实际产生的驱动磁场从基准偏移的相位相同的相位。合成磁场由与驱动磁场对应的驱动磁场成分和来自胶囊内窥镜 10 的谐振磁场成分构成。因而,通过求出检测线圈 S 所检测出的合成磁场中的作为一方的驱动磁场成分的相位,就能够从图 2 的 (3) 的曲线 Lc1 所示的合成磁场中分离出曲线 Ls1 所示的驱动磁场成分,从而如箭头 Y3 那样获取到曲线 Lr1 所示的由胶囊内窥镜 10 产生的谐振磁场成分。

[0083] 另外,磁场产生线圈 D1 中的驱动磁场的相位和流过磁场产生线圈 D1 的电流的相位是相同的。因此,在本实施方式 1 中,设置电流检测部 32,来检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流以作为表示磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的值。即,在本实施方式 1 中,通过求出由电流检测部 32 检测出的流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的相位,来求出磁场产生线圈 D1 实际所产生的驱动磁场的相位。

[0084] 具体地说,首先,在胶囊内窥镜 10 不位于检测空间 K 内的状态下,从磁场产生线圈 D1 产生驱动磁场,在该状态下使各检测线圈 S 实际检测驱动磁场。在这种情况下,电流检测部 32 与各检测线圈 S 的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流。在本实施方式 1 中,将该胶囊内窥镜 10 不位于检测空间 K 内的状态下由检测线圈 S 检测出的磁场的检测值和由电流检测部 32 检测出的驱动电流的检测值用作基准值。此外,存储器 52 将该胶囊内窥镜 10 不位于检测空间 K 内的情况下由检测线圈 S 检测出的磁场的检测值和由电流检测部 32 检测出的驱动电流的检测值作为基准值进行存储。

[0085] 然后,校准运算部 51 根据在对胶囊内窥镜 10 的位置检测过程中由电流检测部 32 检测出的驱动电流的检测值和存储在存储器 52 中的基准值来计算驱动磁场成分的相位。具体地说,校准运算部 51 求出在存储器 52 中作为基准值存储的驱动电流的检测值与由电流检测部 32 检测出的实际流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的检测值之间的相位差。然后,校准运算部 51 使用所求出的该相位差来计算驱动磁场成分的相位。换言之,校准运算部 51 求出将作为基准值存储的驱动磁场成分的相位与所求出的相位差相加所得到的值,将该值作为当前磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的驱动磁场成分的相位输出到位置信息运算部 53。

[0086] 接着,参照图 3 来说明位置信息运算部 53 中的胶囊内窥镜 10 的当前位置、朝向的导出处理。图 3 是表示由磁场产生线圈 D1 产生的驱动磁场、作为利用检测线圈 S 得到的检测磁场的合成磁场以及胶囊内窥镜 10 的谐振磁场之间的关系的图。

[0087] 如图 3 所示,胶囊内窥镜 10 所产生的谐振磁场(以下,将在表示强度和相位的平面空间内展开的谐振磁场的矢量称为 F_r) 相对于驱动磁场(以下,将在表示强度和相位的平面空间内展开的驱动磁场的矢量称为 F_d) 具有 90° 的相位差。因而,为了从 FFT 数据所包含的全部磁场(以下,将其设为检测出的合成磁场,将在表示强度和相位的平面空间内展开的合成磁场的矢量称为 F_{c1}) 去除驱动磁场 F_d 以取出谐振磁场 F_r , 需要从合成磁场 F_{c1} 中提取出相对于驱动磁场 F_d 具有 90° 的相位差的矢量成分。

[0088] 位置信息运算部 53 从合成磁场 F_{c1} 分离出相对于与从校准运算部 51 输出的驱动磁场成分的相位对应的驱动磁场 F_{d1} 具有 90° 的相位差的谐振磁场 F_{r1} , 通过对该谐振磁场 F_{r1} 进行规定的运算处理来导出胶囊内窥镜 10 的当前位置、朝向。

[0089] 以往, 在未将胶囊内窥镜导入检测空间 K 内的状态下驱动磁场产生线圈来在检测空间内形成驱动磁场, 预先求出在该状态下由检测线圈检测出的驱动磁场 F_{d0} , 将该驱动磁场 F_{d0} 的相位成分用作要从合成磁场 F_{c1} 去除的驱动磁场。

[0090] 然而, 在该以往的方法中, 在磁场产生线圈所实际产生的驱动磁场由于磁场产生线圈的经时变化、温度变化以及与 LC 谐振电路的干扰等而如箭头 $Y11$ 那样变化为从驱动磁场 F_{d0} 偏移 $\Delta D\theta$ 后的相位 $D\theta 1$ 的驱动磁场 F_{d1} 的情况下, 也将驱动磁场 F_{d0} 用作从合成磁场 F_c 去除的驱动磁场。因而, 在以往的方法中, 存在以下问题: 磁场产生线圈实际所产生的驱动磁场的相位与去除的驱动磁场成分的相位不同, 无法进行正确的分离, 位置检测精确度会变差。即, 在以往的方法中, 并非从合成磁场 F_{c1} 提取出相对于磁场产生线圈 $D1$ 实际所产生的驱动磁场 F_{d1} 具有 90° 的相位差的矢量成分, 而是提取出相对于预先求出的驱动磁场 F_{d0} 具有 90° 的相位差的矢量成分, 将所提取出的该矢量成分作为谐振磁场 F_{r0} 取出。因此, 在以往的方法中, 存在以下问题: 即使在由于驱动磁场产生部的经时变化、温度变化以及与 LC 谐振电路的干扰等而驱动磁场 F_{d0} 变化为驱动磁场 F_{d1} 的情况下, 该驱动磁场的变化也未被反映到谐振磁场的分离处理中, 使用与实际的谐振磁场 F_{r1} 不同的磁场 F_{r0} 来进行位置检测, 因此位置检测精确度会变差。

[0091] 与此相对, 在本实施方式 1 中, 并不使用变化前的驱动磁场 F_{d0} , 而是根据由电流检测部 32 检测出的流过磁场产生线圈 $D1$ 的驱动电流来求出磁场产生线圈 $D1$ 当前所产生的驱动磁场 F_{d1} 的相位, 使用所求出的该驱动磁场 F_{d1} 的相位来分离出谐振磁场。因而, 在本实施方式 1 中, 磁场产生线圈 $D1$ 实际所产生的驱动磁场的相位与去除的驱动磁场成分的相位不会不同, 从而能够正确地由合成磁场 F_{c1} 分离出谐振磁场 F_{r1} 。因此, 在本实施方式 1 中, 即使由于磁场产生线圈 $D1$ 的经时变化、温度变化以及与 LC 谐振电路的干扰等而磁场产生线圈 $D1$ 所产生的驱动磁场发生变化的情况下, 也能够正确地进行驱动磁场 F_{d1} 与谐振磁场 F_{r1} 的分离, 因此能够高精度地对检测体的位置进行检测。

[0092] 另外, 在本实施方式 1 中, 求出实际在位置检测系统 1 中胶囊内窥镜 10 不位于检测空间 K 内的状态下的驱动磁场的检测值和驱动电流的检测值来作为基准值, 在位置检测过程中, 除了电流检测部 32 的检测值以外, 还使用该基准值来求出驱动磁场成分。换言之, 基准值包含位置检测系统 1 的个体差以及位置检测系统 1 的周边环境的影响, 是针对每个位置检测系统 1 分别所确定的。在本实施方式 1 中, 使用针对每个该位置检测系统 1 分别求出的基准值来进行位置检测, 因此能够得到排除了位置检测系统 1 的个体差以及位置检测系统 1 的周边环境的影响的正确的位置检测结果。

[0093] 接着, 参照图 4 来说明图 1 所示的位置检测系统 1 中的位置检测处理。图 4 是表示图 1 所示的位置检测系统 1 中的位置检测处理的处理过程的流程图。

[0094] 如图 4 所示, 在位置检测系统 1 中, 进行基准值获取处理, 在该基准值获取处理中, 获取在胶囊内窥镜 10 不位于检测空间 K 内的情况下由各检测线圈 S 检测出的驱动磁场的检测值和由电流检测部 32 检测出的驱动电流的检测值来作为基准值 (步骤 $S1$)。该基准值获取处理无需在每次位置检测时都进行, 只要在设置位置检测系统 1 时、更换磁场产生线

圈 D1 和检测线圈 S 的部件时进行即可。另外,也可以定期进行该基准值获取处理以保持固定的精确度。

[0095] 然后,在位置检测系统 1 中,在实际将胶囊内窥镜 10 配置于检测空间 K 内的状态下,进行胶囊内窥镜 10 的位置检测处理。在这种情况下,在位置检测系统 1 中,由校准运算部 51 进行校准运算处理,在该校准运算处理中,计算由各检测线圈 S 检测出的合成磁场中的驱动磁场成分的相位(步骤 S2)。接着,位置信息运算部 53 进行位置运算处理,在该位置运算处理中,基于由检测线圈 S 检测出的合成磁场,求出相对于在校准运算部 51 中计算出的驱动磁场成分的相位具有大致正交的相位差的成分,根据所求出的该成分来运算检测体的位置和方向(步骤 S3)。由该位置信息运算部 53 得到的位置和方向的运算结果被输出至控制部 21,在控制部 21 的控制下被输出至显示部 24。

[0096] 接着,控制部 21 根据从操作输入部 23 输入的指示来判断是否结束位置检测处理(步骤 S4)。控制部 21 在判断为不结束位置检测处理的情况下(步骤 S4:“否”),为了继续进行位置检测而返回至步骤 S2,进行校准运算处理。另一方面,控制部 21 在判断为结束位置检测处理的情况下(步骤 S4:“是”),伴随着位置检测结束,针对磁场产生线圈 D1、检测线圈 S、转换部 40 以及位置检测部 50 的控制处理也结束。

[0097] 接着,说明图 4 所示的基准值获取处理。图 5 是表示图 4 所示的基准值获取处理的处理过程的流程图。在基准值获取处理中,如图 5 所示,首先,从检测空间 K 内去除胶囊内窥镜 10,以使胶囊内窥镜 10 不位于检测空间 K 内(步骤 S10)。然后,磁场产生线圈 D1 在控制部 21 的控制下进行以规定条件在检测空间 K 内产生驱动磁场的驱动磁场输出处理,随之检测线圈 S 也开始进行磁场检测(步骤 S11)。

[0098] 然后,电流检测部 32 检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的电流值(步骤 S12)。此外,电流检测部 32 与各检测线圈 S 的磁场检测同步地进行该检测。由电流检测部 32 检测出的驱动电流值通过在 A/D 转换部 41 中进行 A/D 转换、进而在 FFT 运算部 42 中进行傅里叶变换后以被分离为在位置检测中使用的规定的频率成分的状态将实数值和虚数值输出至校准运算部 51。校准运算部 51 获取经转换部 40 转换后的由电流检测部 32 检测出的驱动电流值来作为基准电流值(步骤 S13)。另一方面,与各检测线圈 S 所检测出的磁场对应的各电压值也同样地,通过在 A/D 转换部 41 中进行 A/D 转换并在 FFT 运算部 42 中进行傅里叶变换后以分别被分离为在位置检测中使用的规定的频率成分的状态将实数值和虚数值输出至校准运算部 51。校准运算部 51 获取经转换部 40 转换后的与由各检测线圈 S 检测出的驱动磁场对应的各电压值来作为与各检测线圈 S 对应的基准电压值(步骤 S14)。

[0099] 然后,校准运算部 51 计算获取出的基准电流值的相位(步骤 S17)。校准运算部 51 使存储部 52 将基准电流值、各基准电压值以及基准电流值的相位存储为基准值(步骤 S18),结束基准值获取处理。

[0100] 接着,说明图 4 所示的校准运算处理。图 6 是表示图 4 所示的校准运算处理的处理过程的流程图。如图 6 所示,在校准运算处理中,为了开始位置检测处理,使将胶囊内窥镜 10 导入体内的被检体 900 移动至检测空间 K 内,来将胶囊内窥镜 10 设置于检测空间 K 内以使胶囊内窥镜 10 位于检测空间 K 内(步骤 S20)。然后,磁场产生线圈 D1 在控制部 21 的控制下开始进行以规定条件在检测空间 K 内产生驱动磁场的驱动磁场输出处理,随之各检测线圈 S 开始进行磁场检测处理(步骤 S21)。此外,与该各检测线圈 S 检测出的磁场对

应的电压值通过在 A/D 转换部 41 中分别进行 A/D 转换并在 FFT 运算部 42 中进行傅里叶变换来被分离为在位置检测中使用的规定的频率成分,作为各检测线圈 S 分别检测出的合成磁场被输出至位置信息运算部 53。

[0101] 然后,电流检测部 32 检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的电流值(步骤 S22)。此外,电流检测部 32 与各检测线圈 S 的磁场检测同步地进行电流检测。由电流检测部 32 检测出的驱动电流值通过在 A/D 转换部 41 中进行 A/D 转换、进而在 FFT 运算部 42 中进行傅里叶变换后被分离为规定的频率成分的状态被输出至校准运算部 51。校准运算部 51 获取经转换部 40 转换后的由电流检测部 32 检测出的驱动电流值(步骤 S23),计算该驱动电流值的相位(步骤 S24)。然后,校准运算部 51 参照存储器 52 内的各基准值(步骤 S25)。

[0102] 校准运算部 51 根据计算出的驱动电流值的相位和所参照的各基准值,来计算由各检测线圈 S 检测出的合成磁场中的驱动磁场成分的相位(步骤 S27)。然后,校准运算部 51 将计算出的各相位、即由各检测线圈 S 检测出的合成磁场中的驱动磁场成分的各相位输出至位置信息运算部 53(步骤 S28)。位置信息运算部 53 针对各检测线圈 S 的各检测结果,进行从合成磁场中分离出相对于与从校准运算部 51 输出的驱动磁场成分的相位对应的驱动磁场具有 90° 的相位差的谐振磁场的分离处理,通过对分离出的谐振磁场进行规定的运算处理来导出胶囊内窥镜 10 的当前位置、朝向。

[0103] 接着,以各检测线圈 S 中的检测线圈 S1 为例来说明步骤 S27 和步骤 S28 的运算处理。此外,将存储在存储器 52 中的基准电流值的相位设为 $D\theta$,将检测线圈 S1 中的基准电压值的实数值设为 $DR1$,将检测线圈 S1 中的基准电压值的虚数值设为 $DI1$,并且将在电流检测部 32 中检测出的驱动电流值的相位设为 $D\theta'$ 。

[0104] 首先,校准运算部 51 通过使用以下的(1)式来计算基准电流值与驱动电流值的相位差 $\Delta D\theta$ 。

$$[0105] \quad D\theta' - D\theta = \Delta D\theta \quad \dots (1)$$

[0106] 接着,校准运算部 51 使用在(1)式中求出的相位差 $\Delta D\theta$ 和基准电压值来计算与检测线圈 S1 所检测出的合成磁场的驱动磁场成分的相位对应的驱动电压值的实数值 $SR1'$ 和虚数值 $SI1'$ 。具体地说,通过使用以下的(2)式和(3)式,针对基准电压值的各值,将各基准电压值的相位相加 $\Delta D\theta$,来计算驱动电压值的实数值 $SR1'$ 和虚数值 $SI1'$ 。

$$[0107] \quad SR1' = (SR1 \times \cos \Delta \theta - SI1 \times \sin \Delta \theta) \quad \dots (2)$$

$$[0108] \quad SI1' = (SR1 \times \sin \Delta \theta + SI1 \times \cos \Delta \theta) \quad \dots (3)$$

[0109] 然后,校准运算部 51 根据使用(2)式和(3)式求出的驱动电压值的实数值 $SR1'$ 和虚数值 $SI1'$,来计算检测线圈 S1 中的驱动电压值的相位。对于检测线圈 S2~S8,校准运算部 51 也同样地计算出检测线圈 S2~S8 中的各驱动电压值的相位。

[0110] 在位置检测系统 1 中,通过进行图 4~图 6 中示出的各处理过程,作为构成由各检测线圈 S 检测出的合成磁场的驱动磁场成分,求出针对当前磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的驱动磁场成分的相位,根据所求出的该驱动磁场成分的相位从合成磁场中正确地分离出胶囊内窥镜 10 所产生的谐振磁场,因此能够高精度地检测胶囊内窥镜 10 的位置。

[0111] (实施方式 1 所涉及的变形例 1)

[0112] 接着,说明实施方式 1 的变形例 1。在实施方式 1 的变形例 1 中,说明通过从合成磁场中减去驱动磁场成分来分离出谐振磁场的情况。在实施方式 1 所涉及的变形例 1 中,

校准运算部 51 除了求出与驱动磁场成分对应的驱动电压值的相位以外,还求出驱动电压值的振幅来作为驱动磁场成分。

[0113] 参照图 7,说明本实施方式 1 的变形例 1 中的处理内容。图 7 的 (1) 是表示针对磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的强度的时间依赖性的图,图 7 的 (2) 是表示针对检测线圈 S 所检测出的驱动磁场的强度的时间依赖性的图。在图 7 的 (2) 中,示出了胶囊内窥镜 10 不位于检测范围 K 内的情况下的检测线圈 S 的检测结果。

[0114] 在如该图 7 的 (1) 的曲线 Ld0 所示那样磁场产生线圈 D1 以规定频率产生了驱动磁场的情况下,在检测线圈 S 中,在如图 7 的 (2) 的曲线 Ls0 那样偏移了时间 T 的状态下以相同频率检测出驱动磁场,该时间 T 是对应于检测线圈 S 与磁场产生线圈 D1 之间的距离、检测线圈 S 的特性所引起的。并且,在磁场产生线圈 D1 以振幅 Kd0 产生了驱动磁场的情况下,在检测线圈 S 中,以振幅 Ks0 检测出驱动磁场。该磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的振幅 Kd0 与检测线圈 S 所检测出的驱动磁场的振幅 Ks0 之比是由磁场产生线圈 D1 的特性、检测线圈 S 的特性以及磁场产生线圈 D1 与检测线圈 S 的相对位置关系来决定的。因而,在磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场由于经时变化而如图 7 的 (1) 的曲线 Ld1 所示那样与曲线 Ld0 相比如箭头 Y21 那样偏移了 $\Delta D\theta$ 的相位产生、并且振幅从 Kd0 变化为 Kd1 的情况下,在检测线圈 S 中检测出的驱动磁场如图 7 的 (2) 的曲线 Ls1 所示那样与曲线 Ls0 相比如箭头 Y22 那样相位偏移了 $\Delta D\theta$,并且振幅变为 Ks0 的 $(Kd1/Kd0)$ 倍、即 Ks1。

[0115] 因此,只要求出为了进行胶囊内窥镜 10 的位置检测而由磁场产生线圈 D1 当前所产生的驱动磁场的相位相比于作为基准的驱动磁场的相位发生了多少变化,并且求出为了进行胶囊内窥镜 10 的位置检测而由磁场产生线圈 D1 当前所产生的驱动磁场的振幅相比于作为基准的驱动磁场的振幅发生了多少变化,就能够求出由检测线圈 S 检测出的合成磁场中的与驱动磁场对应的成分的相位和振幅。而且,通过求出由检测线圈 S 检测出的合成磁场中的作为一方的驱动磁场成分的相位和振幅,能够从图 7 的 (3) 的曲线 Lc1 所示的合成磁场中分离曲线 Ls1 所示的驱动磁场成分,从而如箭头 Y23 那样获取曲线 Lr1 所示的胶囊内窥镜 10 所产生的谐振磁场成分。

[0116] 另外,磁场产生线圈 D1 中的驱动磁场的相位与流过磁场产生线圈 D1 的电流的相位是相同的,并且,磁场产生线圈 D1 中的驱动磁场的振幅与流过磁场产生线圈 D1 的电流的振幅具有固定的比例关系。因此,在本实施方式 1 的变形例 1 中,在电流检测部 32 中,在位置检测时检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流,求出该驱动电流的振幅,求出所求出的振幅相对于基准电流值的振幅的比,将求出的驱动电流的振幅比乘以基准电压值的振幅,来获取各检测线圈 S 所检测出的驱动磁场成分的振幅。

[0117] 具体地说,在实施方式 1 所涉及的变形例 1 中,与实施方式 1 同样地,将在胶囊内窥镜 10 不位于检测空间 K 内的情况下由检测线圈 S 检测出的磁场的检测值和由电流检测部 32 检测出的驱动电流的检测值用作基准值。然后,校准运算部 51 根据在对于胶囊内窥镜 10 的位置检测过程中由电流检测部 32 检测出的驱动电流的检测值和存储在存储器 52 中的基准值来计算驱动磁场成分的振幅和相位。校准运算部 51 与实施方式 1 同样地,求出在存储器 52 中作为基准值存储的驱动电流的检测值与由电流检测部 32 检测出的实际流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的检测值之间的相位差,计算驱动磁场成分的相位。并且,校准运算部 51 求出在存储器 52 中作为基准值存储的驱动电流的检测值与由电流检测部 32

检测出的实际流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的检测值之间的振幅比。然后,校准运算部 51 求出将作为基准值存储的驱动磁场成分的振幅乘以所求出的振幅比所得到的值,将该值作为当前磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的驱动磁场成分的振幅输出到位置信息运算部 53。

[0118] 然后,位置信息运算部 53 通过如图 8 所示那样从检测线圈 S 所检测出的合成磁场 Fc1 减去根据校准运算部 51 所输出的振幅和相位求出的驱动磁场 Fd1,来求出胶囊内窥镜 10 所产生的谐振磁场 Fr1。然后,位置信息运算部 53 通过对该谐振磁场 Fr1 进行规定的运算处理来导出胶囊内窥镜 10 的当前位置、朝向。

[0119] 以往,在未将胶囊内窥镜 10 导入检测空间 K 内的状态下驱动磁场产生线圈 D1 来在检测空间 K 内形成驱动磁场,预先求出在该状态下由检测线圈 S 检测出的驱动磁场 Fd0,将该驱动磁场 Fd0 用作从合成磁场 Fc1 减去的驱动磁场。然而,在以往的方法中,在从磁场产生线圈 D1 实际产生的驱动磁场由于驱动磁场产生部的经时变化、温度变化以及与 LC 谐振电路的干扰等而如箭头 Y11 那样变化为相位和振幅与驱动磁场 Fd0 不同的驱动磁场 Fd1 的情况下,也将驱动磁场 Fd0 用作从合成磁场 Fc 减去的驱动磁场。因此,以往存在以下问题:该驱动磁场的变化未被反映到谐振磁场的分离处理中,使用了与实际的谐振磁场 Fr1 不同的磁场 Fr2 来进行位置检测,因此位置检测精确度会变差。

[0120] 与此相对,在本实施方式 1 的变形例 1 中,并不使用变化前的驱动磁场 Fd0,而是根据由电流检测部 32 检测出的流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流来求出磁场产生线圈 D1 当前所产生的驱动磁场的相位和振幅,从而进行位置检测,因此能够从合成磁场 Fc1 中正确地分离出谐振磁场 Fr1,从而起到与实施方式 1 同样的效果。另外,在本实施方式 1 的变形例 1 中,也在位置检测过程中使用电流检测部 32 的检测值和基准值来求出驱动磁场成分,因此能够得到排除了位置检测系统 1 的个体差以及位置检测系统 1 的周边环境影响的正确的位置检测结果。

[0121] 接着,参照图 9 来说明实施方式 1 的变形例 1 中的位置检测处理。图 9 是表示实施方式 1 的变形例 1 中的位置检测处理的处理过程的流程图。

[0122] 如图 9 所示,在实施方式 1 的变形例 1 中,进行基准值获取处理,在该基准值获取处理中,获取在胶囊内窥镜 10 不位于检测空间 K 内的情况下由各检测线圈 S 检测出的驱动磁场的检测值和由电流检测部 32 检测出的驱动电流的检测值来作为基准值(步骤 S1-1)。该基准值获取处理无需在每次位置检测时都进行,只要在设置位置检测系统 1 时、更换磁场产生线圈 D1 和检测线圈 S 的部件时进行即可。另外,也可以定期进行该基准值获取处理以保持固定的精确度。

[0123] 然后,在实施方式 1 的变形例 1 中,在实际将胶囊内窥镜 10 配置于检测空间 K 内的状态下,进行胶囊内窥镜 10 的位置检测处理。在这种情况下,在位置检测系统 1 中,由校准运算部 51 进行校准运算处理,在该校准运算处理中,计算由检测线圈 S 检测出的合成磁场中的驱动磁场成分的振幅和相位(步骤 S2-1)。接着,位置信息运算部 53 进行位置运算处理,在该位置运算处理中,基于由检测线圈 S 检测出的合成磁场,根据在校准运算部 51 中计算出的驱动磁场成分的振幅和相位来求出由检测线圈 S 检测出的合成磁场与驱动磁场之差,将所求出的该差作为由胶囊内窥镜 10 产生的谐振磁场,来运算胶囊内窥镜 10 的位置和方向(步骤 S3-1)。由该位置信息运算部 53 得到的位置和方向的运算结果被输出至控制

部 21, 在控制部 21 的控制下被输出至显示部 24。

[0124] 然后, 控制部 21 与图 4 所示的步骤 S4 同样地, 根据从操作输入部 23 输入的指示来判断是否结束位置检测处理 (步骤 S4-1)。控制部 21 在判断为不结束位置检测处理的情况下 (步骤 S4-1: “否”), 为了继续进行位置检测而返回至步骤 S2-1, 进行校准运算处理。另一方面, 控制部 21 在判断为结束位置检测处理的情况下 (步骤 S4-1: “是”), 伴随着位置检测结束, 针对磁场产生线圈 D 1、检测线圈 S、转换部 40 以及位置检测部 50 的控制处理也结束。

[0125] 接着, 说明图 9 所示的基准值获取处理。图 10 是表示图 9 所示的基准值获取处理的处理过程的流程图。在基准值获取处理中, 如图 10 所示, 首先, 与图 5 的步骤 S10 和步骤 S11 同样地, 在从检测空间 K 内去除作为检测体的胶囊内窥镜 10 之后 (步骤 S10-1), 开始进行磁场产生线圈 D1 的驱动磁场输出处理和检测线圈 S 的磁场检测 (步骤 S11-1)。

[0126] 然后, 与图 5 的步骤 S12 同样地, 电流检测部 32 与各检测线圈 S 的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的电流值 (步骤 S12-1)。由电流检测部 32 检测出的驱动电流值与实施方式 1 同样地在转换部 40 中被分离为规定的频率成分, 在校准运算部 51 中作为基准电流值来获取 (步骤 S13-1)。另一方面, 与各检测线圈 S 所检测出的磁场对应的各电压值也同样地在转换部 40 中被分离为规定的频率成分, 在校准运算部 51 中作为与各检测线圈 S 对应的基准电压值来获取 (步骤 S14-1)。

[0127] 然后, 校准运算部 51 根据获取到的基准电流值的实数值和虚数值来计算基准电流值的振幅和相位 (步骤 S17-1)。校准运算部 51 使存储器 52 将基准电流值、各基准电压值、计算出的基准电流值的振幅和相位作为基准值进行存储 (步骤 S18-1), 结束基准值获取处理。

[0128] 接着, 说明图 9 所示的校准运算处理。图 11 是表示图 9 所示的校准运算处理的处理过程的流程图。如图 11 所示, 在校准运算处理中, 与图 6 的步骤 S20 和步骤 S21 同样地, 在为了开始位置检测处理而将作为检测体的胶囊内窥镜 10 设置在检测空间 K 内之后 (步骤 S20-1), 开始磁场产生线圈 D1 的驱动磁场输出处理和检测线圈 S 的磁场检测 (步骤 S21-1)。与该各检测线圈 S 所检测出的磁场对应的电压值在转换部 40 中被分离为在位置检测中使用的规定的频率成分, 作为各检测线圈 S 分别检测出的合成磁场被输出至位置信息运算部 53。

[0129] 然后, 与图 6 的步骤 S22 同样地, 电流检测部 32 与各检测线圈 S 的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的电流值 (步骤 S22-1)。然后, 由电流检测部 32 检测出的驱动电流值与图 6 的步骤 S23 同样地在转换部 40 中被分离为规定的频率成分, 在校准运算部 51 中作为驱动电流值来获取 (步骤 S23-1)。

[0130] 接着, 校准运算部 51 计算该驱动电流值的振幅和相位 (步骤 S24-1)。然后, 校准运算部 51 参照存储器 52 内的各基准值 (步骤 S25-1)。

[0131] 校准运算部 51 根据计算出的驱动电流值的振幅和相位和所参照的各基准值来计算由各检测线圈 S 检测出的合成磁场中的驱动磁场成分的振幅和相位 (步骤 S27-1)。然后, 校准运算部 51 将计算出的各振幅和各相位、即由各检测线圈 S 检测出的合成磁场中的驱动磁场成分的各振幅和各相位输出至位置信息运算部 53 (步骤 S28-1)。位置信息运算部 53 针对各检测线圈 S 的各检测结果, 进行从合成磁场减去与从校准运算部 51 输出的驱

动磁场成分的振幅和相位对应的驱动磁场来分离出谐振磁场的分离处理,通过对分离出的谐振磁场进行规定的运算处理来导出胶囊内窥镜 10 的当前位置、朝向。

[0132] 接着,以各检测线圈 S 中的检测线圈 S1 为例来说明步骤 S27-1 和步骤 S28-1 的运算处理。此外,将存储在存储器 52 中的基准电流值的相位设为 $D\theta$,将基准电流值的振幅设为 DX ,将检测线圈 S1 中的基准电压值的实数值设为 $SR1$,将检测线圈 S1 中的基准电压值的虚数值设为 $SI1$,将在电流检测部 32 中检测出的驱动电流值的相位设为 $D\theta'$,并且将驱动电流值的振幅设为 DX' 。

[0133] 校准运算部 51 与实施方式 1 同样地,使用上述 (1) 式来计算基准电流值与驱动电流值之间的相位差 $\Delta D\theta$ 。接着,校准运算部 51 使用以下的 (4) 式来计算基准电流值的振幅与驱动电流值的振幅之比 Kx 。

$$[0134] \quad DX'/DX=Kx \quad \cdots (4)$$

[0135] 接着,校准运算部 51 使用通过 (1) 式求出的相位差 $\Delta D\theta$ 和通过 (4) 式求出的振幅比 Kx 以及基准电压值,来计算与检测线圈 S1 所检测出的合成磁场的驱动磁场成分对应的驱动电压值的实数值 $SR1'$ 和虚数值 $SI1'$ 。具体地说,通过使用以下的 (5) 式和 (6) 式,针对基准电压值的各值,将各基准电压值的相位相加 $\Delta D\theta$ 后乘以振幅比 Kx ,来计算驱动电压值的实数值 $SR1'$ 和虚数值 $SI1'$ 。

$$[0136] \quad SR1' = Kx \times (SR1 \times \cos \Delta \theta - SI1 \times \sin \Delta \theta) \quad \cdots (5)$$

$$[0137] \quad SI1' = Kx \times (SR1 \times \sin \Delta \theta + SI1 \times \cos \Delta \theta) \quad \cdots (6)$$

[0138] 然后,校准运算部 51 根据使用 (5) 式和 (6) 式求出的驱动电压值的实数值 $DR1'$ 和虚数值 $DI1'$ 来计算检测线圈 S1 中的驱动电压值的振幅和相位。对于检测线圈 S2~S8,校准运算部 51 也同样地计算出检测线圈 S2~S8 中的各驱动电压值的振幅和相位。

[0139] 这样,在实施方式 1 的变形例 1 中,通过进行图 9~图 11 所示的各处理过程,作为构成由各检测线圈 S 检测出的合成磁场的驱动磁场成分,求出针对当前磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的驱动磁场成分的振幅和相位,根据所求出的该驱动磁场成分的振幅和相位从合成磁场中正确地分离出胶囊内窥镜 10 所产生的谐振磁场,因此能够高精度地检测胶囊内窥镜 10 的位置。

[0140] (实施方式 1 的变形例 2)

[0141] 接着,说明实施方式 1 的变形例 2。在实施方式 1 的变形例 2 中,不使用基准值,而是使用预先准备的磁场产生线圈的特性、各磁场检测线圈的特性以及磁场产生线圈与磁场检测线圈的相对位置信息,通过仿真来计算驱动磁场成分的实数值和虚数值。

[0142] 参照图 12 来说明实施方式 1 的变形例 2 中的位置检测处理。图 12 是表示实施方式 1 的变形例 2 中的位置检测处理的处理过程的流程图。

[0143] 如图 12 所示,在实施方式 1 的变形例 2 中,删除图 4 和图 9 所示的基准值获取处理,进行校准运算部 51 的校准运算处理(步骤 S2-2)、位置信息运算部 53 的位置运算处理(步骤 S3-2)以及控制部 21 的位置检测结束判断处理(步骤 S4-2)。此外,控制部 21 在判断为不结束位置检测处理的情况下(步骤 S4-2:“否”),为了继续进行位置检测而返回至步骤 S2-2,进行校准运算处理。另一方面,控制部 21 在判断为结束位置检测处理的情况下(步骤 S4-2:“是”),伴随着位置检测结束,针对磁场产生线圈 D1、检测线圈 S、转换部 40 以及位置检测部 50 的控制处理也结束。

[0144] 接着,说明图 12 所示的校准运算处理。图 13 是表示图 12 所示的校准运算处理的处理过程的流程图。如图 12 所示,在校准运算处理中,与图 6 的步骤 S20 和步骤 S21 同样地,在为了开始位置检测处理而将作为检测体的胶囊内窥镜 10 设置在检测空间 K 内之后(步骤 S20-2),开始磁场产生线圈 D1 的驱动磁场输出处理和检测线圈 S 的磁场检测(步骤 S21-2)。与该各检测线圈 S 所检测出的磁场对应的电压值在转换部 40 中被分离为在位置检测中使用的规定的频率成分,作为各检测线圈 S 分别检测出的合成磁场被输出至位置信息运算部 53。

[0145] 然后,与图 6 的步骤 S22 同样地,电流检测部 32 与各检测线圈 S 的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的电流值(步骤 S22-2)。然后,由电流检测部 32 检测出的驱动电流值与图 6 的步骤 S23 同样地在转换部 40 中被分离为规定的频率成分,在校准运算部 51 中作为驱动电流值来获取(步骤 S23-2)。

[0146] 接着,校准运算部 51 获取磁场产生线圈 D1 的特性、各磁场检测线圈 S 的特性、磁场产生线圈 D1 与磁场检测线圈 S 的各相对位置信息(步骤 S25-2)。这些各信息是预先求出的,例如被存储在存储器 52 内。然后,校准运算部 51 根据获取到的磁场产生线圈 D1 的特性、各磁场检测线圈 S 的特性、磁场产生线圈 D1 与各磁场检测线圈 S 的各相对位置信息以及驱动电流值,通过仿真来计算出各检测线圈 S 中的驱动磁场成分的实数值和虚数值(步骤 S26-2)。

[0147] 然后,校准运算部 51 根据计算出的各检测线圈 S 中的驱动磁场成分的实数值和虚数值来计算各检测线圈 S 中的驱动磁场成分的相位(步骤 S27-2)。此外,校准运算部 51 在步骤 S27-2 中,也可以计算各检测线圈 S 中的驱动磁场成分的相位和振幅。然后,校准运算部 51 将计算出的由各检测线圈 S 检测出的合成磁场中的驱动磁场成分的各相位输出至位置信息运算部 53(步骤 S28-2)。位置信息运算部 53 使用从校准运算部 51 输出的驱动磁场成分的相位或从校准运算部 51 输出的驱动磁场成分的振幅和相位来从各检测线圈 S 所检测出的合成磁场中分离出谐振磁场,通过对分离出的谐振磁场进行规定的运算处理来导出胶囊内窥镜 10 的当前位置、朝向。

[0148] 这样,通过仿真来求出磁场产生线圈 D1 实际产生的驱动磁场成分的情况下也能够从合成磁场中正确地分离出胶囊内窥镜 10 所产生的谐振磁场,因此能够高精度地检测胶囊内窥镜 10 的位置。

[0149] (实施方式 1 的变形例 3)

[0150] 接着,说明实施方式 1 的变形例 3。在实施方式 1 的变形例 3 中,预先制作使对于由磁场产生线圈产生的驱动磁场的各相位的检测线圈的检测值与电流检测部的检测值分别相对应所得到的 LUT(lookup table,查找表),在进行位置检测时参照该 LUT 来求出合成磁场中的驱动磁场成分。

[0151] 在这种情况下,控制部 21 使磁场产生线圈 D1 实际以分别不同的相位产生驱动磁场,使各检测线圈和电流检测部 32 分别进行检测处理。然后,控制部 21 针对磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的各相位,获取由各检测线圈 S 检测出的磁场的各检测值和由电流检测部 32 检测出的驱动电流的各检测值。存储器 52 针对磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的各相位存储作为对应关系的 LUT,在该对应关系中,使获取到的由各检测线圈 S 检测出的磁场的各检测值与由电流检测部 32 检测出的驱动电流的各检测值相对应。并且,校准运

算部 51 在位置检测处理过程中,根据由电流检测部 32 检测出的驱动电流的检测值和由存储器 52 存储的 LUT 来计算由各检测线圈 S 检测出的合成磁场中的与驱动磁场对应的驱动磁场成分的相位。

[0152] 参照图 14 来说明实施方式 1 的变形例 3 中的位置检测处理。图 14 是表示实施方式 1 的变形例 3 中的位置检测处理的处理过程的流程图。

[0153] 如图 14 所示,在实施方式 1 的变形例 3 中,进行校准数据表制作处理(步骤 S1-3)来代替图 4 和图 9 所示的基准值获取处理。在该校准数据表制作处理中,制作使对于由磁场产生线圈产生的驱动磁场的各相位的检测线圈的检测值与电流检测部的检测值分别相对应所得到的 LUT。接着,校准运算部 51 进行校准数据获取处理,在该校准数据获取处理中,根据由电流检测部 32 检测出的驱动电流的检测值和由存储器 52 存储的 LUT 来计算各检测线圈 S 所检测出的合成磁场中的与驱动磁场对应的驱动磁场成分的相位(步骤 S2-3)。然后,与图 4 所示的步骤 S3 和步骤 S4 同样地,进行位置信息运算部 53 的位置运算处理(步骤 S3-3)和控制部 21 的位置检测结束判断处理(步骤 S4-3)。此外,控制部 21 在判断为不结束位置检测处理的情况下(步骤 S4-3:“否”),为了继续进行位置检测而返回至步骤 S2-3,进行校准数据获取处理。另一方面,控制部 21 在判断为结束位置检测处理的情况下(步骤 S4-3:“是”),伴随着位置检测结束,针对磁场产生线圈 D1、检测线圈 S、转换部 40 以及位置检测部 50 的控制处理也结束。

[0154] 接着,说明图 14 所示的校准数据表制作处理。图 15 是表示图 14 所示的校准数据表制作处理的处理过程的流程图。

[0155] 如图 15 所示,从检测空间 K 内去除(步骤 S10-3)作为检测体的胶囊内窥镜 10。接着,开始磁场产生线圈 D1 的驱动磁场输出和各检测线圈 S 的磁场检测(步骤 S11-3)。首先,磁场产生线圈 D1 以规定的初始条件产生驱动磁场。电流检测部 32 与图 5 的步骤 S12 同样地与各检测线圈 S 的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的电流值(步骤 S12-3)。由电流检测部 32 检测出的驱动电流值与实施方式 1 同样地,在转换部 40 中被分离为规定的频率成分,在校准运算部 51 中作为与磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的相位对应的基准电流值来获取(步骤 S13-3)。另一方面,与各检测线圈 S 所检测出的磁场对应的各电压值也同样地,在转换部 40 中被分离为规定的频率成分,在校准运算部 51 中作为对应于各检测线圈 S 的、与磁场产生线圈 D1 所产生的驱动磁场的相位对应的基准电压值来获取(步骤 S14-3)。

[0156] 校准运算部 51 计算获取到的基准电压值的相位来作为与获取到的基准电流值对应的驱动磁场的相位(步骤 S15-3)。校准运算部 51 将作为驱动磁场的相位计算出的基准电压值的相位与基准电流值相对应地进行存储(步骤 S16-3)。

[0157] 之后,控制部 21 判断是否针对获取对象的所有相位获取了全部基准值(步骤 S17-3)。控制部 21 在判断为尚未针对获取对象的所有相位获取了全部基准值的情况下(步骤 S17-3:“否”),将流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流值的相位变更为作为下一个要获取的对象的基准电流值的相位(步骤 S18-3)。然后,返回至步骤 S11-3,磁场产生线圈 D1 以使流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的相位变为该相位的方式在磁场产生线圈 D1 中产生驱动磁场,并且检测线圈 S 也开始进行磁场检测(步骤 S11-3)。之后,位置检测系统 1 进行步骤 S12-3~步骤 S16-3 所示的各处理,求出与该相位对应的基准电流值以及基准电压值的相

位,将基准电压值的相位作为驱动磁场的相位而与基准电流值的相位相对应地进行存储。

[0158] 与此相对,在控制部 21 判断为已针对获取对象的所有相位获取了全部基准值的情况下(步骤 S17-3:“是”),校准运算部 51 制作使驱动磁场的各相位与电流检测部 32 的检测值分别对应的 LUT(步骤 S19-3),将该 LUT 存储在存储器 52 中。该 LUT 是使基准电流值与驱动磁场的各相位相对应所得到的。

[0159] 接着,说明图 14 所示的校准数据获取处理。图 16 是表示图 14 所示的校准数据获取处理的处理过程的流程图。

[0160] 如图 16 所示,在校准数据获取处理中,与图 6 的步骤 S20 和步骤 S21 同样地,在为了开始位置检测处理而将作为检测体的胶囊内窥镜 10 设置在检测空间 K 内之后(步骤 S20-3),开始磁场产生线圈 D1 的驱动磁场输出处理和检测线圈 S 的磁场检测(步骤 S21-3)。与该各检测线圈 S 所检测出的磁场对应的电压值在转换部 40 中被分离为在位置检测中使用的规定的频率成分,作为各检测线圈 S 分别检测出的合成磁场被输出至位置信息运算部 53。

[0161] 然后,与图 6 的步骤 S22 同样地,电流检测部 32 与各检测线圈 S 的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的电流值(步骤 S22-3)。然后,由电流检测部 32 检测出的驱动电流值与图 6 的步骤 S23 同样地,在转换部 40 中被分离为规定的频率成分,在校准运算部 51 中作为驱动电流值来获取(步骤 S23-3)。校准运算部 51 与图 6 所示的步骤 S24 同样地,计算该驱动电流值的相位(步骤 S24-3)。

[0162] 然后,校准运算部 51 参照存储器 52 内的 LUT(步骤 S25-3)。校准运算部 51 从所参照的 LUT 中获取与计算出的驱动电流值的相位对应的各检测线圈 S 的驱动磁场成分的相位(步骤 S27-3)。校准运算部 51 将获取到的各相位作为各检测线圈 S 所检测出的合成磁场中的驱动磁场成分的各相位输出至位置信息运算部 53(步骤 S28-3),结束校准数据获取处理。位置信息运算部 53 使用从校准运算部 51 输出的驱动磁场成分的相位来从各检测线圈 S 所检测出的合成磁场中分离出谐振磁场,通过对分离出的谐振磁场进行规定的运算处理来导出胶囊内窥镜 10 的当前位置、朝向。

[0163] 这样,在预先制作 LUT 并参照该 LUT 来求出磁场产生线圈 D1 实际产生的驱动磁场成分的情况下也能够从合成磁场中正确地分离出胶囊内窥镜 10 所产生的谐振磁场,因此能够高精度地检测胶囊内窥镜 10 的位置。

[0164] 此外,本实施方式 1 的变形例 3 也能够应用于根据驱动磁场成分的相位和驱动磁场成分的振幅来从各检测线圈 S 所检测出的合成磁场中分离出谐振磁场的方法。

[0165] 在这种情况下,在校准数据表制作处理中,在步骤 S11-3 中将振幅也与相位一起改变来进行磁场产生线圈 D1 的驱动磁场输出处理,在步骤 S15-3 中,将基准电压值的振幅与相位一起计算出来,在步骤 S19-3 中,制作使基准电压值的振幅和相位分别与基准电压值相对应所得到的 LUT。

[0166] 另外,在校准数据获取处理中,校准运算部 51 在步骤 S24-3 中与图 11 所示的步骤 S24-1 同样地,计算该驱动电流值的振幅和相位,在步骤 S27-3 中,从所参照的 LUT 获取与计算出的驱动电流值的振幅和相位对应的各检测线圈 S 的驱动磁场成分的振幅和相位,之后在步骤 S28-3 中输出获取到的各振幅和各相位。位置信息运算部 53 在步骤 S3-3 中进行以下的位置运算处理:根据在校准运算部 51 中计算出的驱动磁场成分的振幅和相位来求出

由检测线圈 S 检测出的合成磁场与驱动磁场之差,将所求出的该差作为由胶囊内窥镜 10 产生的谐振磁场,来运算胶囊内窥镜 10 的位置和方向。

[0167] (实施方式 1 的变形例 4)

[0168] 接着,说明实施方式 1 的变形例 4。在实施方式 1 的变形例 4 中,磁场产生线圈 D1 中的驱动磁场的相位与流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的相位是相同的,因此校准运算部 51 将由电流检测部 32 检测出的驱动电流的相位作为由磁场检测线圈 S 检测出的合成磁场的检测值中的驱动磁场的成分的相位来输出。

[0169] 对实施方式 1 的变形例 4 中的位置检测处理进行说明。在实施方式 1 的变形例 4 中,在进行了图 4 的步骤 S2 所示的计算由检测线圈 S 检测出的合成磁场中的驱动磁场成分的相位的校准运算处理之后,进行图 4 的步骤 S3 所示的位置信息运算部 53 的位置运算处理和图 4 的步骤 S4 所示的控制部 21 的位置检测结束判断处理。

[0170] 接着,说明实施方式 1 的变形例 4 中的校准运算处理。图 17 是表示实施方式 1 的变形例 4 中的校准运算处理的处理过程的流程图。

[0171] 如图 17 所示,在实施方式 1 的变形例 4 中的校准运算处理中,与图 6 的步骤 S20 和步骤 S21 同样地,在为了开始位置检测处理而将作为检测体的胶囊内窥镜 10 设置在检测空间 K 内之后(步骤 S20-4),开始磁场产生线圈 D1 的驱动磁场输出和各检测线圈 S 的磁场检测(步骤 S21-4)。然后,与图 6 的步骤 S22 同样地,电流检测部 32 与各检测线圈 S 的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的电流值(步骤 S22-4)。由电流检测部 32 检测出的驱动电流值与图 6 的步骤 S23 同样地,在校准运算部 51 中作为驱动电流值来获取(步骤 S23-4)。接着,校准运算部 51 与图 6 的步骤 S24 同样地,计算该驱动电流值的相位(步骤 S24-4)。然后,校准运算部 51 将由电流检测部 32 检测出的驱动电流的相位作为由磁场检测线圈 S 检测出的合成磁场的检测值中的驱动磁场成分的相位来输出(步骤 S28-4)。位置信息运算部 53 使用从校准运算部 51 输出的驱动磁场成分的相位从各检测线圈 S 所检测出的合成磁场中分离出谐振磁场,通过对分离出的谐振磁场进行规定的运算处理来导出胶囊内窥镜 10 的当前位置、朝向。

[0172] 磁场产生线圈 D1 中的驱动磁场的相位与流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的相位是大致相同的,因此在实施方式 1 的变形例 4 中也与实施方式 1 同样地,能够从合成磁场中正确地分离出胶囊内窥镜 10 所产生的谐振磁场。

[0173] (实施方式 2)

[0174] 接着,说明实施方式 2。图 18 是表示本实施方式 2 的位置检测系统 201 的概要结构的示意图。如图 18 所示,本实施方式 2 所涉及的位置检测系统 201 具备在检测空间 K 内形成大致均匀的驱动磁场的多个磁场产生线圈 D1、D2,并且具备与各磁场产生线圈 D1、D2 分别对应的驱动信号生成部 31a、31b 和电流检测部 32a、32b。

[0175] 而且,位置检测系统 201 具备外部装置 220 以代替图 1 所示的外部装置 20。外部装置 220 具有控制部 221 以代替图 1 所示的控制部 21,具有驱动线圈输入信号调整部 230 以代替图 1 所示的驱动线圈输入信号调整部 30,具有转换部 240 以代替图 1 所示的转换部 40,具有位置检测部 250 以代替图 1 所示的位置检测部 50。

[0176] 控制部 221 对外部装置 220 内的各部进行控制。驱动线圈输入信号调整部 230 对在磁场产生线圈 D1、D2 的驱动中使用的信号的振幅、相位进行调整。各驱动信号生成部

31a、31b 按照来自驱动线圈输入信号调整部 230 的控制生成要输入到磁场产生线圈 D1 或磁场产生线圈 D2 的驱动信号。转换部 240 与 A/D 转换部 41 同样地,具有:A/D 转换部 241,其对多个检测线圈 S 和电流检测部 32a、32b 的各检测信号进行 A/D 转换;以及 FFT 运算部 242,其与 FFT 运算部 42 同样地,生成表示在各检测线圈 S 中检测出的各合成磁场成分和在电流检测部 32a、32b 中检测出的驱动电流的 FFT 数据。位置检测部 250 具有:校准运算部 251,其根据由电流检测部 32a、32b 检测出的驱动电流的检测值来计算由检测线圈 S 检测出的合成磁场成分的检测值中的驱动磁场成分的相位;存储器 52,其存储规定的基准值;以及位置信息运算部 253,其根据由检测线圈 S 检测出的检测结果和在校准运算部 251 中计算出的计算结果来计算胶囊内窥镜 10 的位置和方向。

[0177] 并且,在各磁场产生线圈 D1、D2 中,分别设置有切换开关 254a、254b。切换开关 254a 将磁场产生线圈 D1 的线圈的闭合环路切换为断开,切换开关 254b 将磁场产生线圈 D2 的线圈的闭合环路切换为断开。校准运算部 251 在要获取各磁场产生线圈 D1、D2 的各基准值的情况下,使各切换开关 254a、254b 将除了作为基准值的获取对象的磁场产生线圈以外的磁场产生线圈的闭合环路断开。

[0178] 在具有多个磁场产生线圈的该位置检测系统 201 中,在要获取各基准值的情况下,通过使除了作为基准值的获取对象的磁场产生线圈以外的磁场产生线圈的闭合环路断开,来排除磁场产生线圈 D1、D2 之间的干扰的影响,从而针对各磁场产生线圈获取正确的各基准值。

[0179] 接着,说明位置检测系统 201 中的位置检测处理。图 19 是表示图 18 所示的位置检测系统 201 中的位置检测处理的处理过程的流程图。

[0180] 如图 19 所示,在位置检测系统 201 中,进行基准值获取处理,在该基准值获取处理中,获取在胶囊内窥镜 10 不位于检测空间 K 内的情况下由各检测线圈 S 检测出的驱动磁场的检测值和由电流检测部 32 检测出的驱动电流的检测值作为基准值(步骤 S201)。在该步骤 S201 中,针对各磁场产生线圈获取各基准值。然后,由校准运算部 251 进行校准运算处理,在该校准运算处理中,计算由各检测线圈 S 检测出的合成磁场中的驱动磁场成分的相位(步骤 S202)。接着,位置信息运算部 253 进行位置运算处理,在该位置运算处理中,基于由各检测线圈 S 检测出的合成磁场,求出相对于在校准运算部 251 中计算出的驱动磁场成分的相位具有大致正交的相位差的成分,根据所求出的该成分来运算检测体的位置和方向(步骤 S203)。之后,与图 4 的步骤 S4 同样地,由控制部 221 进行位置检测结束判断处理(步骤 S204)。此外,控制部 221 在判断为不结束位置检测处理的情况下(步骤 S204:“否”),为了继续进行位置检测而返回至步骤 S202,进行校准运算处理。另一方面,控制部 221 在判断为结束位置检测处理的情况下(步骤 S204:“是”),伴随着位置检测结束,针对磁场产生线圈 D1、D2、检测线圈 S、转换部 240 以及位置检测部 250 的控制处理也结束。

[0181] 接着,说明图 19 所示的基准值获取处理。图 20 是表示图 19 所示的基准值获取处理的处理过程的流程图。如图 20 所示,从检测空间 K 内去除作为检测体的胶囊内窥镜 10(步骤 S210)。首先,为了获取磁场产生线圈 D1 的基准值,校准运算部 251 对用于识别磁场产生线圈 D1、D2 的识别号 n 进行初始化,设 $n=1$ (步骤 S211)。接着,校准运算部 251 将除了磁场产生线圈 Dn 以外的磁场产生线圈切换为断开(步骤 S212)。在这种情况下,用于识别磁场产生线圈 D1、D2 的识别号 n 为 1,因此校准运算部 251 控制切换开关 254b 使其将除

了磁场产生线圈 D1 以外的磁场产生线圈 D2 的闭合环路断开。其结果是,在检测空间 K 内形成的磁场仅为由磁场产生线圈 D1 产生的驱动磁场。

[0182] 接着,进行用于获取针对磁场产生线圈 D1 的基准值的各处理。因此,在位置检测系统 201 中,从磁场产生线圈 D1 输出驱动磁场(步骤 S213),开始检测线圈 S 的磁场检测(步骤 S214)。接着,电流检测部 32a 与各检测线圈 S 的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈 D1 的驱动电流的电流值(步骤 S215)。由电流检测部 32a 检测出的驱动电流值在转换部 240 中被分离为规定的频率成分,在校准运算部 251 中作为磁场产生线圈 D1 的基准电流值来获取(步骤 S216)。另一方面,与各检测线圈 S 所检测出的磁场对应的各电压值也同地,在转换部 240 中被分离为规定的频率成分,在校准运算部 251 中作为与磁场产生线圈 D1 对应的各检测线圈 S 的基准电压值来获取(步骤 S217)。

[0183] 然后,校准运算部 251 根据获取到的与磁场产生线圈 D1 对应的基准电流值来计算与磁场产生线圈 D1 对应的基准电流值的相位(步骤 S220)。校准运算部 251 将基准电流值、基准电压值以及基准电流值的相位的各基准值作为与磁场产生线圈 D1 对应的基准值存储在存储器 52 中(步骤 S221),结束与磁场产生线圈 D1 对应的基准值获取处理。

[0184] 接着,校准运算部 251 将用于识别磁场产生线圈 D1、D2 的识别号 n 与最大值 N 进行比较,来判断是否 $n=N$ (步骤 S222)。校准运算部 251 在判断为不是 $n=N$ 的情况下(步骤 S222:“否”),将 n 加 1 而设为 $n=n+1$ (步骤 S223),进行用于获取针对磁场产生线圈 D2 的基准值的各处理。为此,返回至步骤 S212,校准运算部 251 控制切换开关 254a 使其将除了磁场产生线圈 D2 以外的磁场产生线圈 D1 的闭合环路断开,在检测空间 K 内形成的磁场仅为由磁场产生线圈 D2 产生的驱动磁场。然后,在从磁场产生线圈 D2 输出驱动磁场之后(步骤 S213),进行步骤 S214~步骤 S220 的各处理,获取针对磁场产生线圈 D2 的基准值。另一方面,校准运算部 251 在判断为 $n=N$ 的情况下(步骤 S222:“是”),结束基准值获取处理。

[0185] 接着,说明图 19 所示的校准运算处理。图 21 是表示图 19 所示的校准运算处理的处理过程的流程图。如图 21 所示,在校准运算处理中,与图 6 的步骤 S20 同样地,在为了开始位置检测处理而将作为检测体的胶囊内窥镜 10 设置在检测空间 K 内之后(步骤 S230),开始磁场产生线圈 D1、D2 的驱动磁场输出处理和检测线圈 S 的磁场检测(步骤 S231)。与该各检测线圈 S 所检测出的磁场对应的电压值在转换部 240 中被分离为在位置检测中使用的规定的频率成分,作为各检测线圈 S 分别检测出的合成磁场被输出至位置信息运算部 253。

[0186] 然后,电流检测部 32a、32b 与各检测线圈 S 的磁场检测同步地分别检测流过各磁场产生线圈 D1、D2 的驱动电流的电流值(步骤 S232)。然后,由电流检测部 32 检测出的各驱动电流值在转换部 240 中被分离为规定的频率成分,在校准运算部 251 中作为与各磁场产生线圈 D1、D2 对应的驱动电流值来获取(步骤 S233)。

[0187] 接着,校准运算部 251 分别计算与该磁场产生线圈 D1、D2 对应的各驱动电流值的相位(步骤 S234)。然后,校准运算部 251 参照存储器 52 内的与各磁场产生线圈 D1、D2 对应的各基准值(步骤 S235)。

[0188] 校准运算部 251 根据计算出的各驱动电流值的相位和所参照的与各磁场产生线圈 D1、D2 对应的各基准值,针对各磁场产生线圈 D1、D2 计算由各检测线圈 S 检测出的合成磁场中的各驱动磁场成分的实数值和虚数值(步骤 S236)。接着,校准运算部 251 根据与各

磁场产生线圈 D1、D2 对应的各驱动磁场成分的实数值和虚数值,针对各检测线圈 S 进行将该各磁场产生线圈 D1、D2 的驱动磁场成分进行合成的处理(步骤 S237),针对各检测线圈计算出在步骤 S237 中合成的驱动磁场成分的相位(步骤 S238)。之后,校准运算部 251 将计算出的通过各检测线圈 S 的检测所得到的合成磁场中的磁场产生线圈 D1、D2 的驱动磁场成分的相位输出至位置信息运算部 253(步骤 S239)。位置信息运算部 253 针对各检测线圈 S 的各检测结果进行从合成磁场中分离出相对于与从校准运算部 251 输出的驱动磁场成分的相位对应的驱动磁场具有 90° 的相位差的谐振磁场的分离处理,通过对分离出的谐振磁场进行规定的运算处理来导出胶囊内窥镜 10 的当前位置、朝向。

[0189] 接着,以各检测线圈 S 中的检测线圈 S1 为例来说明步骤 S237 和步骤 S238 的运算处理。此外,将存储在存储器 52 中的基准电流值的相位中的与磁场产生线圈 D1 对应的相位设为 $D\theta$,将与磁场产生线圈 D2 对应的相位设为 $D\phi$,将检测线圈 S1 的基准电压值中的与磁场产生线圈 D1 对应的基准电压值的实数值设为 $DR1$ 、将虚数值设为 $DI1$,将与磁场产生线圈 D2 对应的基准电压值的实数值设为 $DR2$ 、将虚数值设为 $DI2$,并且将在电流检测部 32a 中检测出的与磁场产生线圈 D1 对应的驱动电流值的相位设为 $D\theta'$,将在电流检测部 32b 中检测出的与磁场产生线圈 D2 对应的驱动电流值的相位设为 $D\phi'$ 。

[0190] 作为与步骤 S236 对应的处理,首先,校准运算部 251 通过使用以下的(11-1)式来计算与磁场产生线圈 D1 对应的基准电流值与驱动电流值之间的相位差 $\Delta D\theta$ 。

$$[0191] \quad D\theta' - D\theta = \Delta D\theta \quad \cdots (11-1)$$

[0192] 并且,校准运算部 251 通过使用以下的(11-2)式来计算与磁场产生线圈 D2 对应的基准电流值与驱动电流值之间的相位差 $\Delta D\phi$ 。

$$[0193] \quad D\phi' - D\phi = \Delta D\phi \quad \cdots (11-2)$$

[0194] 接着,校准运算部 251 使用通过(11-1)式求出的相位差 $\Delta D\theta$ 以及与磁场产生线圈 D1 对应的基准电压值,计算检测线圈 S1 所检测出的合成磁场中的与磁场产生线圈 D1 的驱动磁场成分对应的驱动电压值的实数值 $DR1'$ 和虚数值 $DI1'$ 。具体地说,通过使用以下的(12-1)式和(13-1)式,针对与磁场产生线圈 D1 对应的基准电压值的各值,将各基准电压值的相位相加 $\Delta D\theta$,来计算驱动电压值的实数值 $DR1'$ 和虚数值 $DI1'$ 。

$$[0195] \quad DR1' = (DR1 \times \cos \Delta D\theta - DI1 \times \sin \Delta D\theta) \quad \cdots (12-1)$$

$$[0196] \quad DI1' = (DR1 \times \sin \Delta D\theta + DI1 \times \cos \Delta D\theta) \quad \cdots (13-1)$$

[0197] 同样地,校准运算部 251 使用通过(11-2)式求出的相位差 $\Delta D\phi$ 和与磁场产生线圈 D2 对应的基准电压值来计算检测线圈 S1 所检测出的合成磁场中的与磁场产生线圈 D2 的驱动磁场成分对应的驱动电压值的实数值 $DR2'$ 和虚数值 $DI2'$ 。具体地说,通过使用以下的(12-2)式和(13-2)式,针对与磁场产生线圈 D2 对应的基准电压值的各值,将各基准电压值的相位相加 $\Delta D\phi$,来计算驱动电压值的实数值 $DR2'$ 和虚数值 $DI2'$ 。

$$[0198] \quad DR2' = (DR2 \times \cos \Delta D\phi - DI2 \times \sin \Delta D\phi) \quad \cdots (12-2)$$

$$[0199] \quad DI2' = (DR2 \times \sin \Delta D\phi + DI2 \times \cos \Delta D\phi) \quad \cdots (13-2)$$

[0200] 接着,作为与步骤 S237 对应的处理,使用通过(12-1)式、(12-2)式、(13-1)式以及(13-2)式计算出的与各磁场产生线圈 D1、D2 对应的驱动磁场成分的实数值 $DR1'$ 、 $DR2'$ 和虚数值 $DI1'$ 、 $DI2'$ 以及以下的(14-1)式和(14-2)式,来求出将磁场产生线圈 D1、D2 的驱动磁场成分合成后的驱动电压值的实数值 $SR1$ 和虚数值 $SI1$ 。

[0201] $SR1=DR1' +DR2' \dots (14-1)$

[0202] $SI1=DI1' +DI2' \dots (14-2)$

[0203] 然后,校准运算部 251 将使磁场产生线圈 D1、D2 的各驱动磁场成分进行合成后得到的磁场作为检测线圈 S1 中的驱动磁场成分,根据与该驱动磁场成分对应的驱动电压值的实数值 $SR2'$ 、虚数值 $SI2'$ 来计算检测线圈 S1 中的驱动电压值的相位。对于检测线圈 $S2 \sim S8$ 也同样的,校准运算部 251 计算检测线圈 $S2 \sim S8$ 中的各驱动电压值的相位。

[0204] 在位置检测系统 201 中,通过进行图 19~图 21 所示的各处理过程,来排除磁场产生线圈 D1、D2 之间的干扰的影响,从而针对各磁场产生线圈 D1、D2 获取正确的各基准值。并且,在位置检测系统 201 中,根据与该各磁场产生线圈 D1、D2 分别对应的各基准值和由各电流检测部 32a、32b 分别检测出的驱动电流值来求出当前由磁场产生线圈 D1、D2 产生的驱动磁场成分的相位,来从合成磁场中正确地分离出胶囊内窥镜 10 所产生的谐振磁场,因此能够高精度地检测胶囊内窥镜 10 的位置。

[0205] (实施方式 2 的变形例 1)

[0206] 接着,说明实施方式 2 的变形例 1。在实施方式 2 的变形例 1 中,说明如下情况:作为驱动磁场成分,除了求出与驱动磁场成分对应的驱动电压值的相位以外,还求出驱动电压值的振幅,从合成磁场减去驱动磁场成分来分离出谐振磁场。

[0207] 对实施方式 2 的变形例 1 中的位置检测处理进行说明。图 22 是表示实施方式 2 的变形例 1 中的位置检测处理的处理过程的流程图。如图 22 所示,在实施方式 2 的变形例 1 中,进行基准值获取处理,在该基准值获取处理中,获取在胶囊内窥镜 10 不位于检测空间 K 内的情况下由各检测线圈 S 检测出的驱动磁场的检测值和由电流检测部 32a、32b 检测出的驱动电流的检测值来作为基准值(步骤 S201-1)。在该步骤 S201-1 中,针对各磁场产生线圈获取各基准值。然后,进行校准运算处理,在该校准运算处理中,校准运算部 251 计算由各检测线圈 S 检测出的合成磁场中的驱动磁场成分的振幅和相位(步骤 S202-1)。接着,位置信息运算部 253 进行位置运算处理,在该位置运算处理中,基于由各检测线圈 S 检测出的合成磁场,根据在校准运算部 251 中计算出的驱动磁场成分的振幅和相位来求出由检测线圈 S 检测出的合成磁场与驱动磁场之差,将所求出的该差作为由胶囊内窥镜 10 产生的谐振磁场,来运算胶囊内窥镜 10 的位置和方向(步骤 S203-1)。之后,与图 4 的步骤 S4 同样地,由控制部 221 进行位置检测结束判断处理(步骤 S204-1)。此外,控制部 221 在判断为不结束位置检测处理的情况下(步骤 S204-1:“否”),为了继续进行位置检测而返回至步骤 S202-1,进行校准运算处理。另一方面,控制部 221 在判断为结束位置检测处理的情况下(步骤 S204-1:“是”),伴随着位置检测结束,针对磁场产生线圈 D1、D2、检测线圈 S、转换部 240 以及位置检测部 250 的控制处理也结束。

[0208] 接着,说明图 22 所示的基准值获取处理。图 23 是表示图 22 所示的基准值获取处理的处理过程的流程图。如图 23 所示,从检测空间 K 内去除作为检测体的胶囊内窥镜 10(步骤 S210-1)。首先,为了获取磁场产生线圈 D1 的基准值,校准运算部 251 与图 20 的步骤 S211 同样地,对识别号 n 进行初始化,设 $n=1$ (步骤 S211-1),将除了磁场产生线圈 Dn 以外的磁场产生线圈切换为断开(步骤 S212-1)。校准运算部 251 控制切换开关 254b 使其将除了磁场产生线圈 D1 以外的磁场产生线圈 D2 的闭合环路断开。

[0209] 接着,进行用于获取针对磁场产生线圈 D1 的基准值的各处理。因此,与图 20 所示

的步骤 S213~步骤 S216 同样地,在位置检测系统 201 中,从磁场产生线圈 D1 输出驱动磁场(步骤 S213-1),开始检测线圈 S 的磁场检测(步骤 S214-1),由电流检测部 32a 检测磁场产生线圈 D1 的驱动电流值(步骤 S215-1),由校准运算部 251 获取磁场产生线圈 D1 的基准电流值(步骤 S216-1)。然后,与图 20 的步骤 S217 同样地,由校准运算部 251 获取磁场产生线圈 D1 的各基准电压值(步骤 S217-1)。

[0210] 然后,校准运算部 251 根据获取到的与磁场产生线圈 D1 对应的基准电流值的实数值和虚数值来计算与磁场产生线圈 D1 对应的基准电流值的振幅和相位(步骤 S220-1)。校准运算部 251 将基准电流值、基准电压值以及计算出的基准电流值的振幅和相位的各基准值作为与磁场产生线圈 D1 对应的基准值存储在存储器 52 中(步骤 S221-1),结束与磁场产生线圈 D1 对应的基准值的获取。

[0211] 接着,校准运算部 251 与图 20 所示的步骤 S222 同样地,判断是否 $n=N$ (步骤 S222-1)。校准运算部 251 在判断为不是 $n=N$ 的情况下(步骤 S222-1:“否”),将 n 加 1 而设为 $n=n+1$ (步骤 S223-1),为了获取针对磁场产生线圈 D2 的基准值,返回至步骤 S212-1,控制切换开关 254a 使其将除了磁场产生线圈 D2 以外的磁场产生线圈 D1 的闭合环路断开,进行步骤 S213-1~步骤 S221-1 的各处理。由此,获取针对磁场产生线圈 D2 的基准值。另一方面,校准运算部 251 在判断为 $n=N$ 的情况下(步骤 S222-1:“是”),结束基准值获取处理。

[0212] 接着,说明图 22 所示的校准运算处理。图 24 是表示图 22 所示的校准运算处理的处理过程的流程图。如图 24 所示,在校准运算处理中,与图 6 的步骤 S20 同样地,在为了开始位置检测处理而将作为检测体的胶囊内窥镜 10 设置在检测空间 K 内之后(步骤 S230-1),开始磁场产生线圈 D1、D2 的驱动磁场输出处理和检测线圈 S 的磁场检测(步骤 S231-1)。

[0213] 然后,电流检测部 32a、32b 与各检测线圈 S 的磁场检测同步地分别检测流过各磁场产生线圈 D1、D2 的驱动电流的电流值(步骤 S232-1)。在校准运算部 251 中作为与各磁场产生线圈 D1、D2 对应的驱动电流值来获取(步骤 S233-1)。

[0214] 接着,校准运算部 251 分别计算与该磁场产生线圈 D1、D2 对应的各驱动电流值的振幅和相位(步骤 S234-1)。然后,校准运算部 251 参照存储器 52 内的与各磁场产生线圈 D1、D2 对应的各基准值(步骤 S235-1)。

[0215] 校准运算部 251 根据计算出的各驱动电流值的振幅和相位和所参照的与各磁场产生线圈 D1、D2 对应的各基准值,针对各磁场产生线圈 D1、D2 计算各检测线圈 S 所检测出的合成磁场中的各驱动磁场成分的实数值和虚数值(步骤 S236-1)。接着,校准运算部 251 根据与各磁场产生线圈 D1、D2 对应的各驱动磁场成分的实数值和虚数值,针对各检测线圈 S 进行将该各磁场产生线圈 D1、D2 的驱动磁场成分合成的处理(步骤 S237-1),针对各检测线圈计算出在步骤 S237-1 中合成的驱动磁场成分的振幅和相位(步骤 S238-1)。之后,校准运算部 251 将计算出的通过各检测线圈 S 的检测所得到的合成磁场中的磁场产生线圈 D1、D2 的驱动磁场成分的振幅和相位输出至位置信息运算部 253(步骤 S239-1)。位置信息运算部 253 针对各检测线圈 S 的各检测结果进行从合成磁场减去与从校准运算部 251 输出的驱动磁场成分的振幅和相位对应的驱动磁场来分离出谐振磁场的分离处理,通过对分离出的谐振磁场进行规定的运算处理来导出胶囊内窥镜 10 的当前位置、朝向。

[0216] 接着,以各检测线圈 S 中的检测线圈 S1 为例来说明步骤 S237-1 和步骤 S238-1 的运算处理。此外,将存储在存储器 52 中的基准电流值的相位中的与磁场产生线圈 D1 对应的相位设为 $D\theta$,将与磁场产生线圈 D2 对应的相位设为 $D\phi$,将基准电流值的振幅中的与磁场产生线圈 D1 对应的振幅设为 DX ,将与磁场产生线圈 D2 对应的振幅设为 DY ,将检测线圈 S1 的基准电压值中的与磁场产生线圈 D1 对应的基准电压值的实数值设为 $DR1$ 、将虚数值设为 $DI1$,将与磁场产生线圈 D2 对应的基准电压值的实数值设为 $DR2$ 、将虚数值设为 $DI2$,并且将在电流检测部 32a 中检测出的与磁场产生线圈 D1 对应的驱动电流值的相位设为 $D\theta'$ 、将振幅设为 DX' ,将在电流检测部 32b 中检测出的与磁场产生线圈 D2 对应的驱动电流值的相位设为 $D\phi'$ 、将振幅设为 DY' 。

[0217] 作为与步骤 S236-1 对应的处理,校准运算部 251 与实施方式 2 同样地,使用上述 (11-1) 式和 (11-2) 式来计算与磁场产生线圈 D1 对应的基准电流值与驱动电流值之间的相位差 $\Delta D\theta$ 以及与磁场产生线圈 D2 对应的基准电流值与驱动电流值之间的相位差 $\Delta D\phi$ 。

[0218] 接着,校准运算部 251 使用以下的 (15-1) 式来计算与磁场产生线圈 D1 对应的基准电流值的振幅与驱动电流值的振幅之比 Kx 。接着,校准运算部 251 使用以下的 (15-2) 式来计算与磁场产生线圈 D2 对应的基准电流值的振幅与驱动电流值的振幅之比 Ky 。

$$[0219] \quad DX'/DX=Kx \quad \cdots (15-1)$$

$$[0220] \quad DY'/DY=Ky \quad \cdots (15-2)$$

[0221] 接着,校准运算部 251 使用通过 (11-1) 式求出的相位差 $\Delta D\theta$ 、通过 (15-1) 式求出的振幅比 Kx 以及与磁场产生线圈 D1 对应的基准电压值,来计算检测线圈 S1 所检测出的合成磁场中的与磁场产生线圈 D1 的驱动磁场成分对应的驱动电压值的实数值 $DR1'$ 和虚数值 $DI1'$ 。具体地说,通过使用以下的 (16-1) 式和 (17-1) 式,针对与磁场产生线圈 D1 对应的基准电压值的各值,将各基准电压值的相位相加 $\Delta D\theta$ 之后乘以振幅比 Kx ,来计算出驱动电压值的实数值 $DR1'$ 和虚数值 $DI1'$ 。

$$[0222] \quad DR1' = Kx \times (DR1 \times \cos \Delta D\theta - DI1 \times \sin \Delta D\theta) \quad \cdots (16-1)$$

$$[0223] \quad DI1' = Kx \times (DR1 \times \sin \Delta D\theta + DI1 \times \cos \Delta D\theta) \quad \cdots (17-1)$$

[0224] 同样地,校准运算部 251 使用通过 (11-2) 式求出的相位差 $\Delta D\phi$ 、通过 (15-2) 式求出的振幅比 Ky 以及与磁场产生线圈 D2 对应的基准电压值,来计算检测线圈 S1 所检测出的合成磁场中的与磁场产生线圈 D2 的驱动磁场成分对应的驱动电压值的实数值 $DR2'$ 和虚数值 $DI2'$ 。具体地说,通过使用以下的 (16-2) 式和 (17-2) 式,针对与磁场产生线圈 D1 对应的基准电压值的各值,将各基准电压值的相位相加 $\Delta D\phi$ 之后乘以振幅比 Ky ,来计算出驱动电压值的实数值 $DR2'$ 和虚数值 $DI2'$ 。

$$[0225] \quad DR2' = Ky \times (DR2 \times \cos \Delta D\phi - DI2 \times \sin \Delta D\phi) \quad \cdots (16-2)$$

$$[0226] \quad DI2' = Ky \times (DR2 \times \sin \Delta D\phi + DI2 \times \cos \Delta D\phi) \quad \cdots (17-2)$$

[0227] 接着,作为与步骤 S237-1 对应的处理,使用通过 (16-1) 式、(16-2) 式、(17-1) 式以及 (17-2) 式计算出的与各磁场产生线圈 D1、D2 对应的驱动磁场成分的实数值 $DR1'$ 、 $DR2'$ 和虚数值 $DI1'$ 、 $DI2'$ 、以及以下的 (18-1) 式和 (18-2) 式,来求出将磁场产生线圈 D1、D2 的驱动磁场成分合成后的驱动电压值的实数值 $SR1$ 和虚数值 $SI1$ 。

$$[0228] \quad SR1 = DR1' + DR2' \quad \cdots (18-1)$$

$$[0229] \quad SI1 = DI1' + DI2' \quad \cdots (18-2)$$

[0230] 然后,校准运算部 251 将使磁场产生线圈 D1、D2 的各驱动磁场成分进行合成后得到的磁场作为检测线圈 S1 中的驱动磁场成分,根据与该驱动磁场成分对应的驱动电压值的实数值 $SR2'$ 、虚数值 $SI2'$ 来计算检测线圈 S1 中的驱动电压值的振幅和相位。对于检测线圈 S2~S8 也同样地,校准运算部 251 计算出检测线圈 S2~S8 中的各驱动电压值的振幅和相位。

[0231] 在位置检测系统 201 中,通过进行图 22~图 24 所示的各处理过程,与实施方式 2 同样地,排除磁场产生线圈 D1、D2 之间的干扰的影响,从而针对各磁场产生线圈 D1、D2 获取正确的各基准值,因此起到与实施方式 2 同样的效果。

[0232] 此外,在实施方式 2 和实施方式 2 的变形例 1 中,能够分别应用上述的实施方式 1 的变形例 2 和实施方式 1 的变形例 3。即,在实施方式 2 和实施方式 2 的变形例 1 中,也可以使用预先准备的磁场产生线圈 D1、D2 的特性、各磁场检测线圈 S 的特性、磁场产生线圈 D1、D2 与检测线圈 S 的相对位置信息,通过仿真针对各磁场产生线圈 D1、D2 计算出驱动磁场成分的实数值和虚数值。另外,在实施方式 2 和实施方式 2 的变形例 1 中,也可以预先针对磁场产生线圈 D1、D2 分别制作使检测线圈的检测值(磁场产生线圈 D1、D2 的驱动磁场)与电流检测部 32a、32b 的检测值分别对应的 LUT(查找表),在进行位置检测时参照该各 LUT 来针对各磁场产生线圈 D1、D2 求出驱动磁场成分的实数值和虚数值。

[0233] 另外,对图 1 所示的胶囊内窥镜 10 进行说明。胶囊内窥镜 10 如图 25 所示,例如包括:谐振磁场产生部 11,其具有由并联连接的电容器(C)和电感器(L)构成的 LC 谐振电路 111;存储器部 12;控制部 13,其对胶囊内窥镜 10 内的各部进行控制;被检体内信息获取部 14,其获取被检体 900 内的各种信息;无线发送部 15 和发送用天线 15a,其将被检体内信息获取部 14 所获取到的被检体内信息作为无线信号发送到胶囊内窥镜 10 外部;无线接收部 16 和接收用天线 16a,其接收从外部装置 20 作为无线信号发送的各种操作指示等;以及内部电源 17,其对胶囊内窥镜 10 内的各部供给电力。此外,图 25 是表示本实施方式的胶囊内窥镜 10 的概要结构例的框图。

[0234] 被检体内信息获取部 14 具有:摄像部 142,其例如获取作为被检体内信息的被检体内图像;照明部 141,其在利用摄像部 142 对被检体 900 内进行摄像时对被检体 900 内进行照明;以及信号处理部 143,其对由摄像部 142 获取到的被检体内图像执行规定的信号处理。

[0235] 摄像部 142 例如图 26 所示那样具有:摄像元件 142a,其将入射的光转换为电信号来形成像;物镜 142c,其被配置于摄像元件 142a 的受光面侧;以及未图示的摄像元件驱动电路,其对摄像元件 142a 进行驱动。此外,图 26 是表示本实施方式的胶囊内窥镜 10 的概要结构例的外观图。

[0236] 如图 26 所示,摄像元件 142a 例如能够使用 CCD 摄像机、CMOS 摄像机等。摄像元件驱动电路在来自控制部 13 的控制下驱动摄像元件 142a 来获取模拟信号的被检体内图像。另外,摄像元件驱动电路将从摄像元件 142a 读出的模拟信号的被检体内图像输出到信号处理部 143。

[0237] 另外,如图 26 所示,照明部 141 具有多个光源 141A 以及驱动各光源 141A 的未图示的光源驱动电路。在各光源 141A 中例如能够使用 LED(Light Emitting Diode:发光二极管)等。光源驱动电路在来自控制部 13 的控制下与摄像部 142 的驱动相配合地驱动光

源 141A,由此照明被检体 900 内。

[0238] 返回到图 25 来进行说明。信号处理部 143 例如对从摄像部 142 输入的模拟的被检体内图像执行采样、放大、A/D(Analog to Digital:模拟到数字)转换等规定的信号处理,由此生成数字的被检体内图像。被执行各种处理后的被检体内图像被输入到无线发送部 15。

[0239] 此外,被检体内信息获取部 14 还可以具备未图示的传感器元件以及对该传感器元件进行驱动控制的传感器元件驱动电路。传感器元件例如由体温计、压力计、pH 计等构成,适当地获取被检体 900 内的温度、压力、pH 值等来作为被检体内信息。传感器元件驱动电路在来自控制部 13 的控制下驱动传感器元件来获取被检体内信息,将该被检体内信息输入到无线发送部 15。

[0240] 无线发送部 15 与由线圈天线等构成的发送用天线 15a 相连接,对从信号处理部 143 输入的被检体内图像等被检体内信息执行向发送用基准频率信号的叠加、调制、上变频等各种处理,之后将其作为无线信号从发送用天线 15a 发送给外部装置 20。

[0241] 无线接收部 16 与由线圈天线等构成的接收用天线 16a 相连接,无线接收部 16 通过该接收用天线 16a 接收从外部装置 20 作为无线信号发送的各种操作指示等,在对接收到的信号执行滤波、下变频、解调以及解码等各种处理之后,将其输出到控制部 13。

[0242] 控制部 13 例如由 CPU、MPU 等构成,根据通过无线接收部 16 从外部装置 20 输入的各种操作指示等从未图示的存储部读出程序和参数并执行,由此控制胶囊内窥镜 10 内的各部。

[0243] 存储器部 12 例如由 RAM、ROM 等构成,保存由控制部 13 控制各部时执行的程序和参数。另外,在该存储器部 12 中适当地保存由被检体内信息获取部 14 获取到的被检体内图像等被检体内信息。

[0244] 内部电源 17 包括例如作为一次电池或者二次电池的钮扣型电池以及电源电路等,该电源电路将从钮扣型电池输出的电力升压等后提供给胶囊内窥镜 10 内的各部,该内部电源 17 将驱动电力提供给胶囊内窥镜 10 内的各部。但是,并不限于钮扣型电池。

[0245] 另外,上述各部(11、13、14、15、15a、16、16a 以及 17)例如收纳在胶囊型壳体 18 内。例如图 26 所示,壳体 18 由容器 18a 和盖子 18b 构成,该容器 18a 其一端呈半球状的圆顶形状,另一端形成开口,呈大致圆筒形状或者半椭圆球状的形状,该盖子 18b 具有半球形状,通过与容器 18a 的开口嵌合来密封壳体 18 内部。该壳体 18 例如具有被检体 900 可吞服的程度的大小。另外,在本实施方式中,至少盖子 18b 由透明材料形成。上述光源 141A 被安装在搭载上述光源驱动电路(未图示)的电路基板 141B 上。同样地,摄像元件 142a 和物镜 142c 被安装在搭载摄像元件驱动电路(未图示)的电路基板(未图示)上。安装光源 141A 的电路基板 141B 以及安装摄像元件 142a 的电路基板被配置在壳体 18 内的透明的盖子 18b 侧。此时,各电路基板上的元件搭载面朝向盖子 18b 侧。因而,如图 26 所示,摄像元件 142a 和光源 141A 的摄像/照明方向通过透明的盖子 18b 朝向胶囊内窥镜 10 外侧。

[0246] 附图标记说明

[0247] 1、201:位置检测系统;10:胶囊内窥镜;14A、14B:布线基板;20、220:外部装置;21、221:控制部;22:存储部;23:操作输入部;24:显示部;25:无线接收部;26:无线发送部;30、230:驱动线圈输入信号调整部;31、31a、31b:驱动信号生成部;32、32a、32b:电流

检测部 ;40、240 :转换部 ;41、241 :A/D 转换部 ;42、242 :FFT 运算部 ;50、250 :位置检测部 ;
51、251 :校准运算部 ;52 :存储器 ;53、253 :位置信息运算部 ;254a、254b :切换开关 ;900 :被
检体 ;D1、D2 :磁场产生线圈 ;S1~S8 :检测线圈。

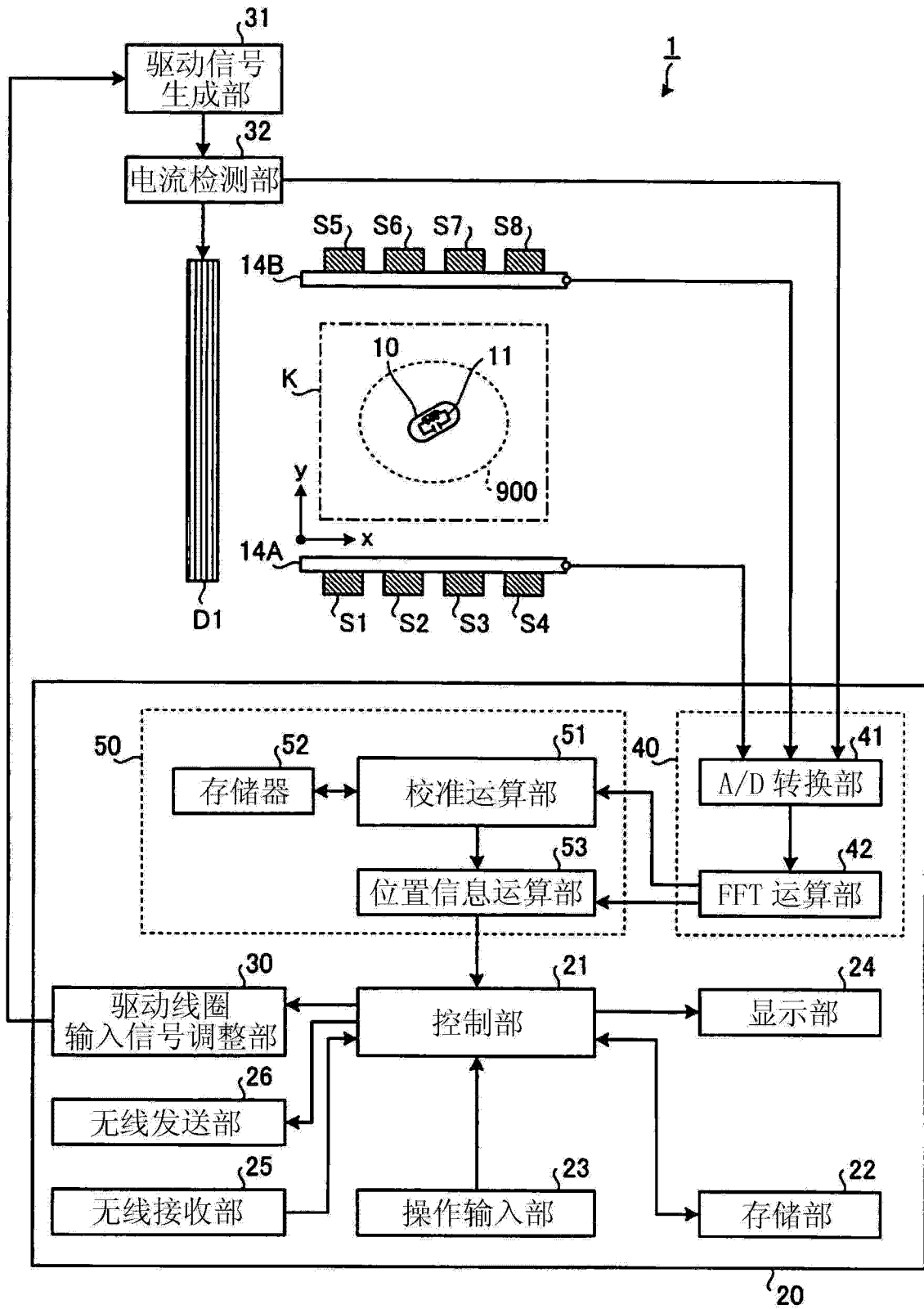


图 1

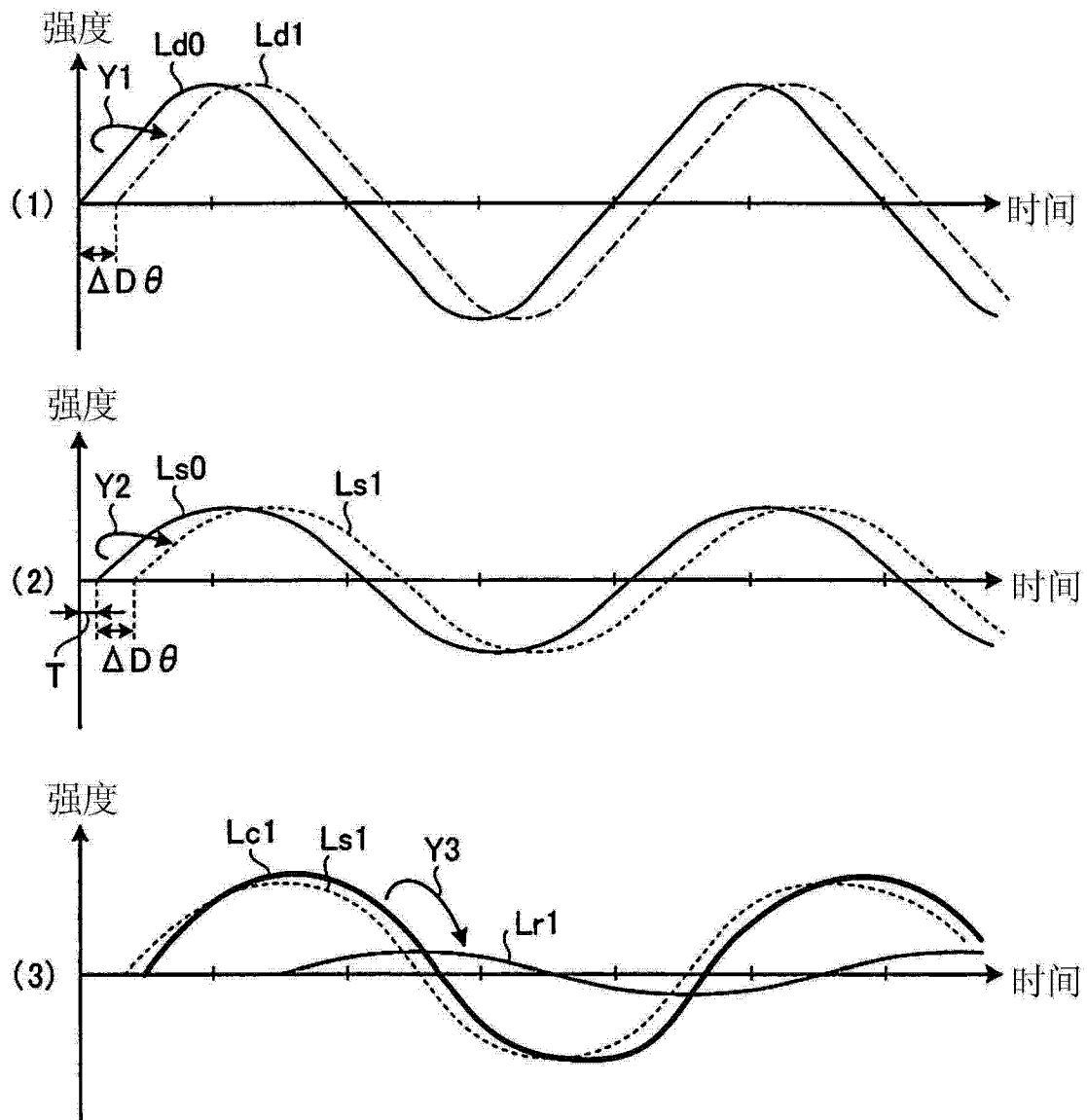


图 2

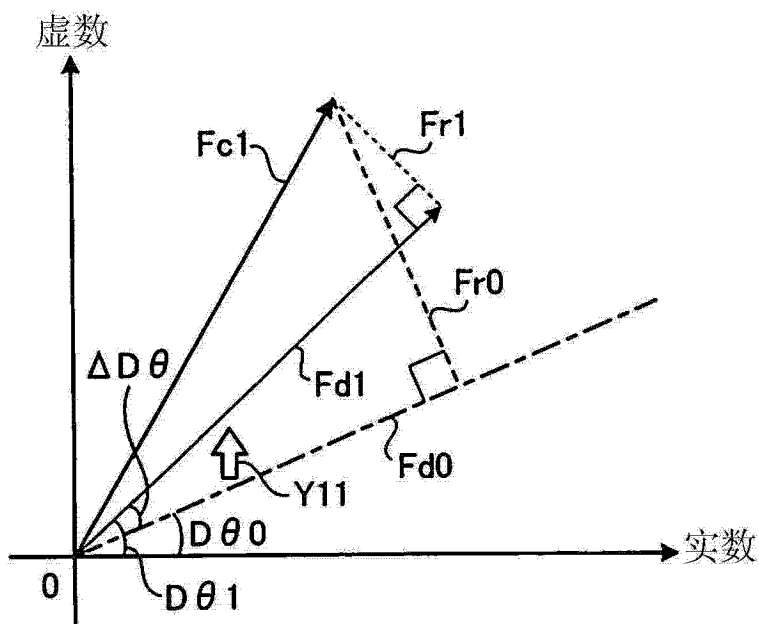


图 3

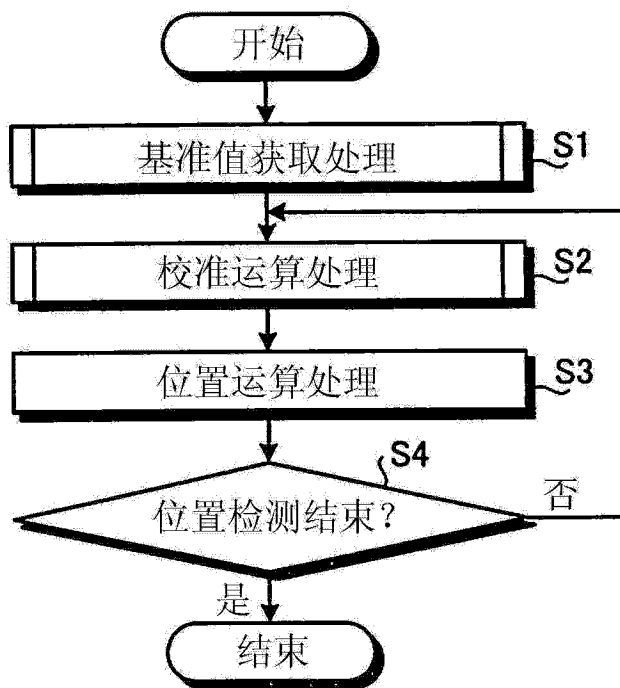


图 4

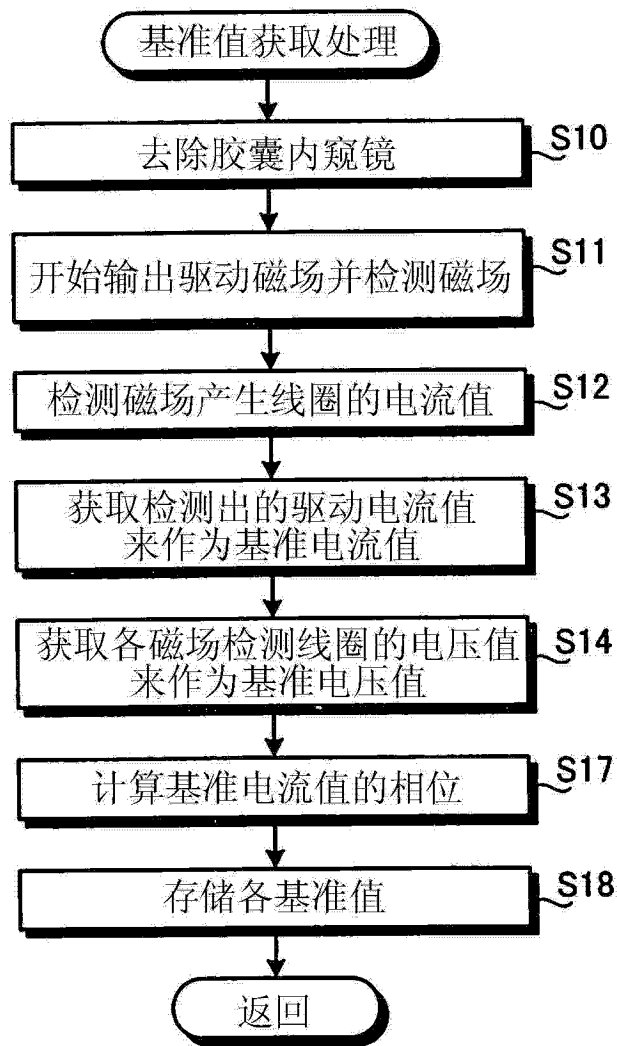


图 5

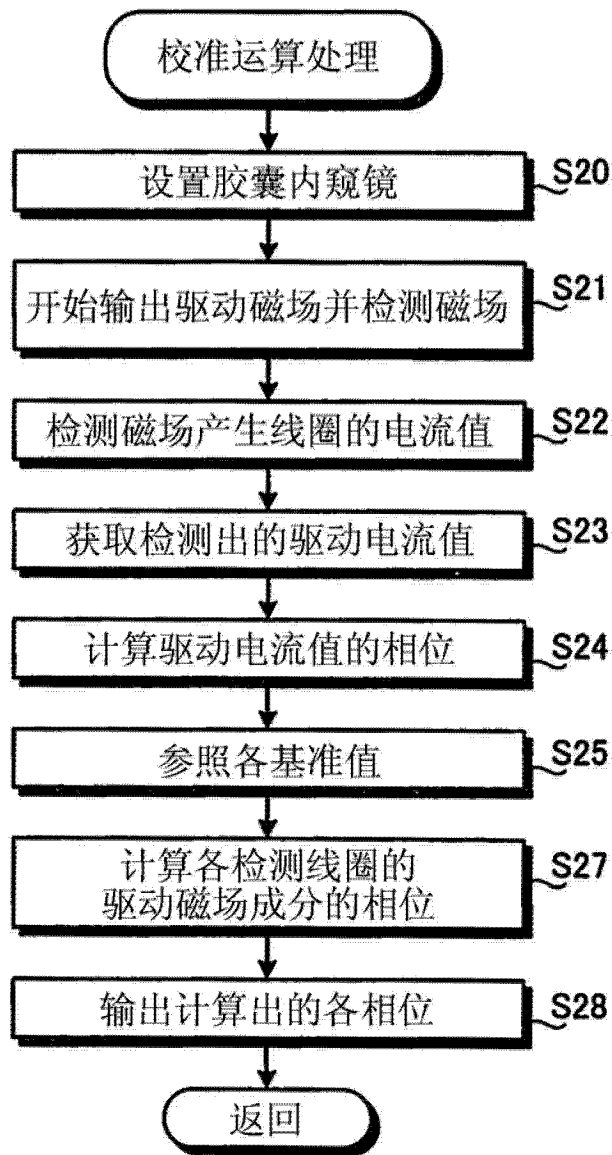


图 6

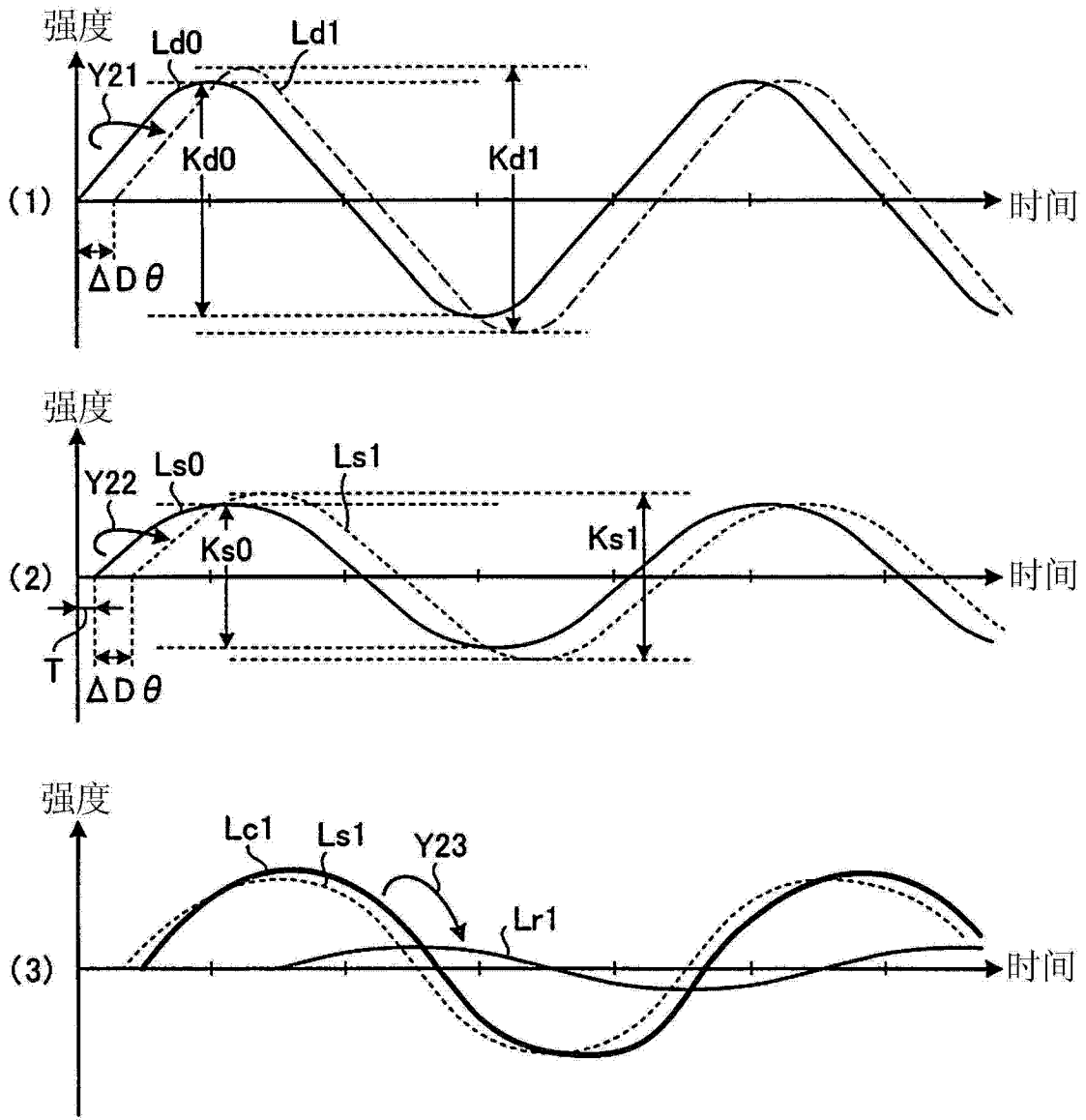


图 7

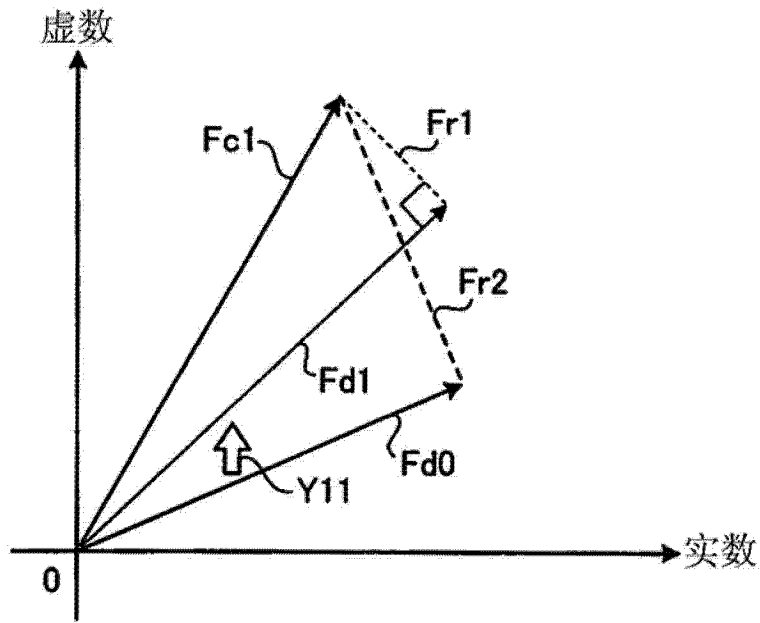


图 8

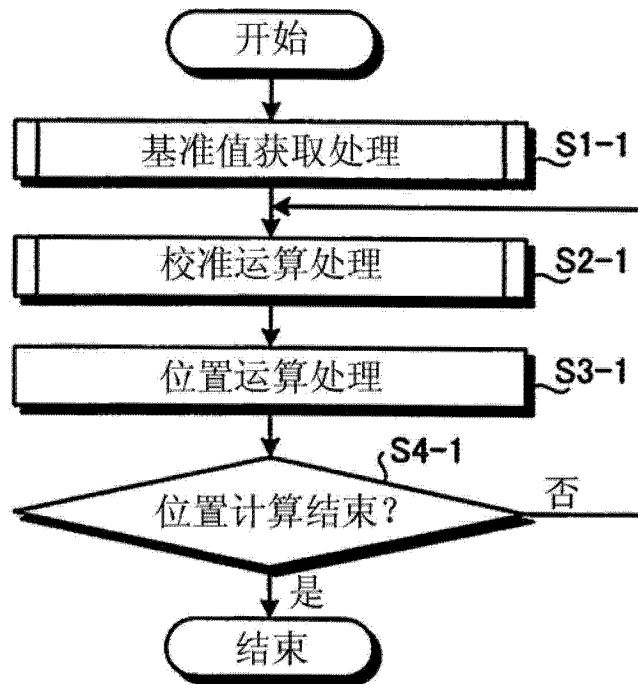


图 9

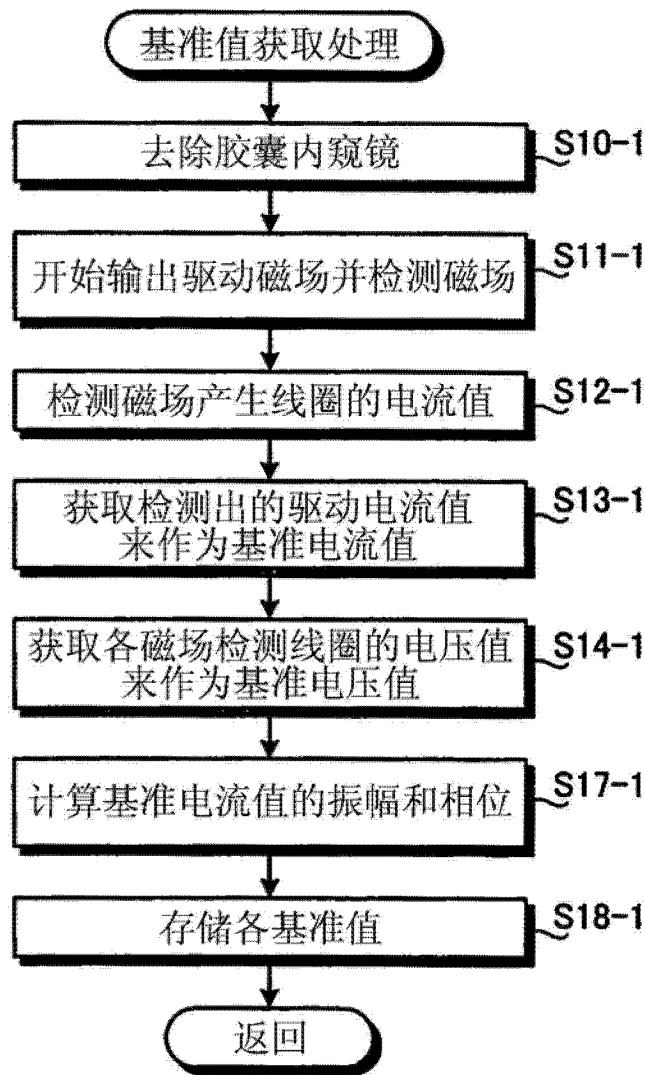


图 10

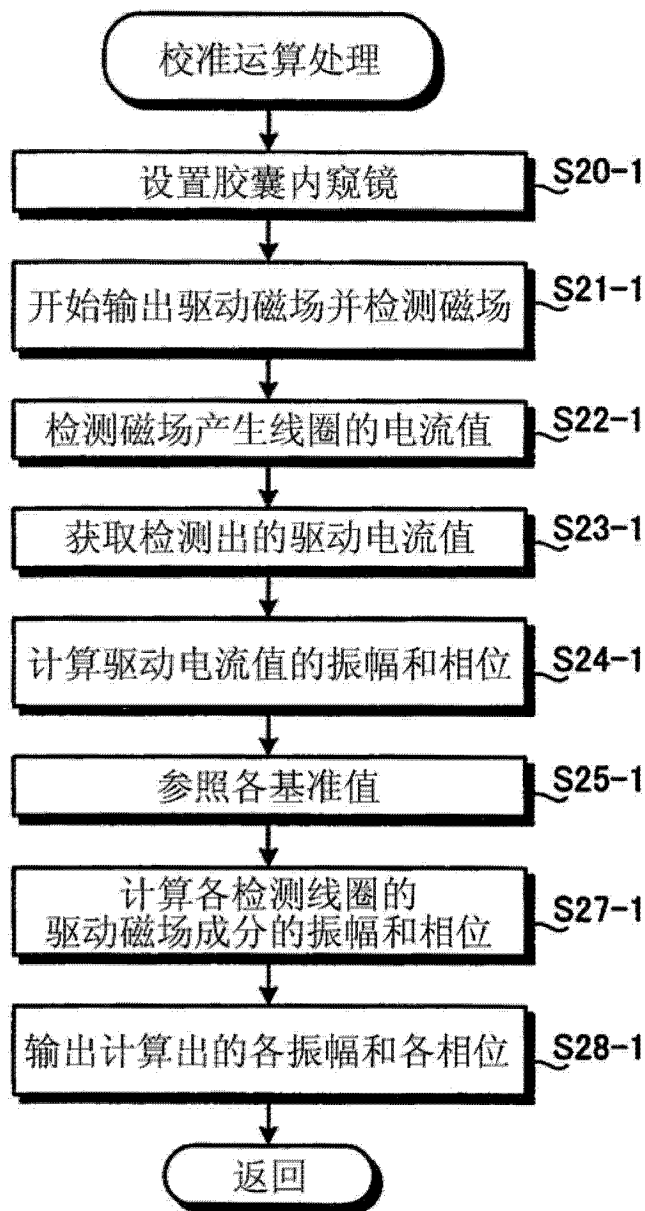


图 11

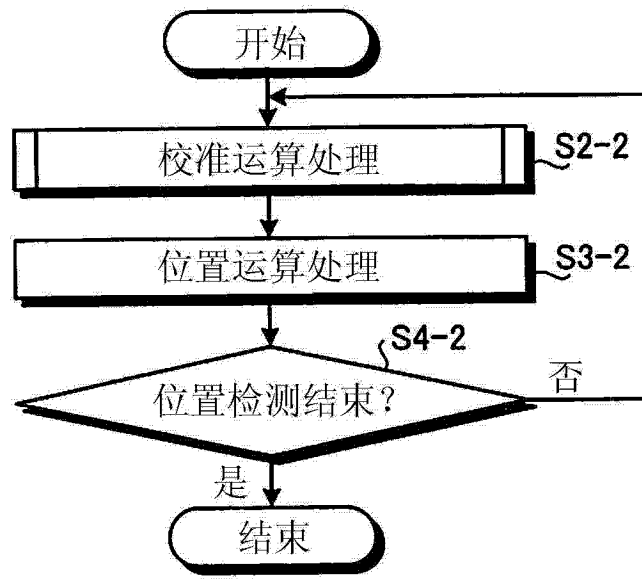


图 12

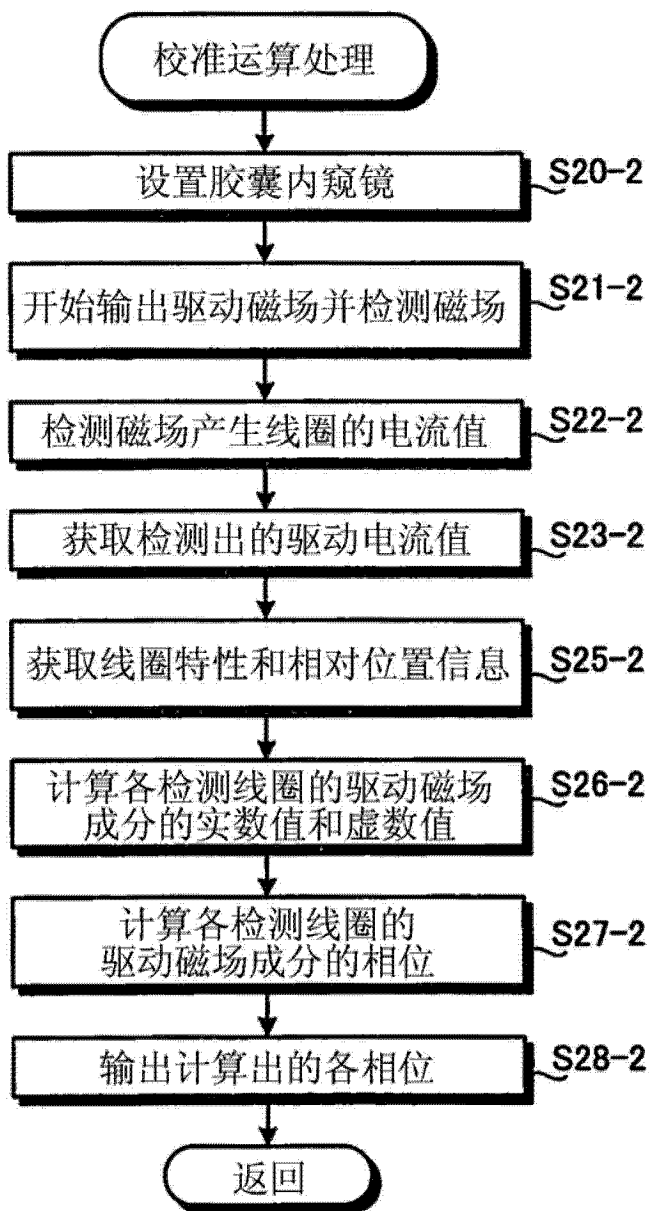


图 13

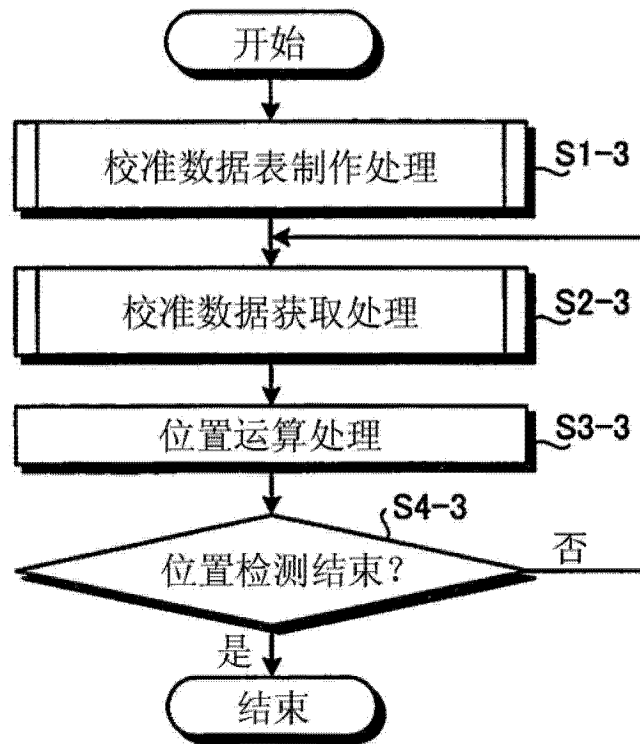


图 14

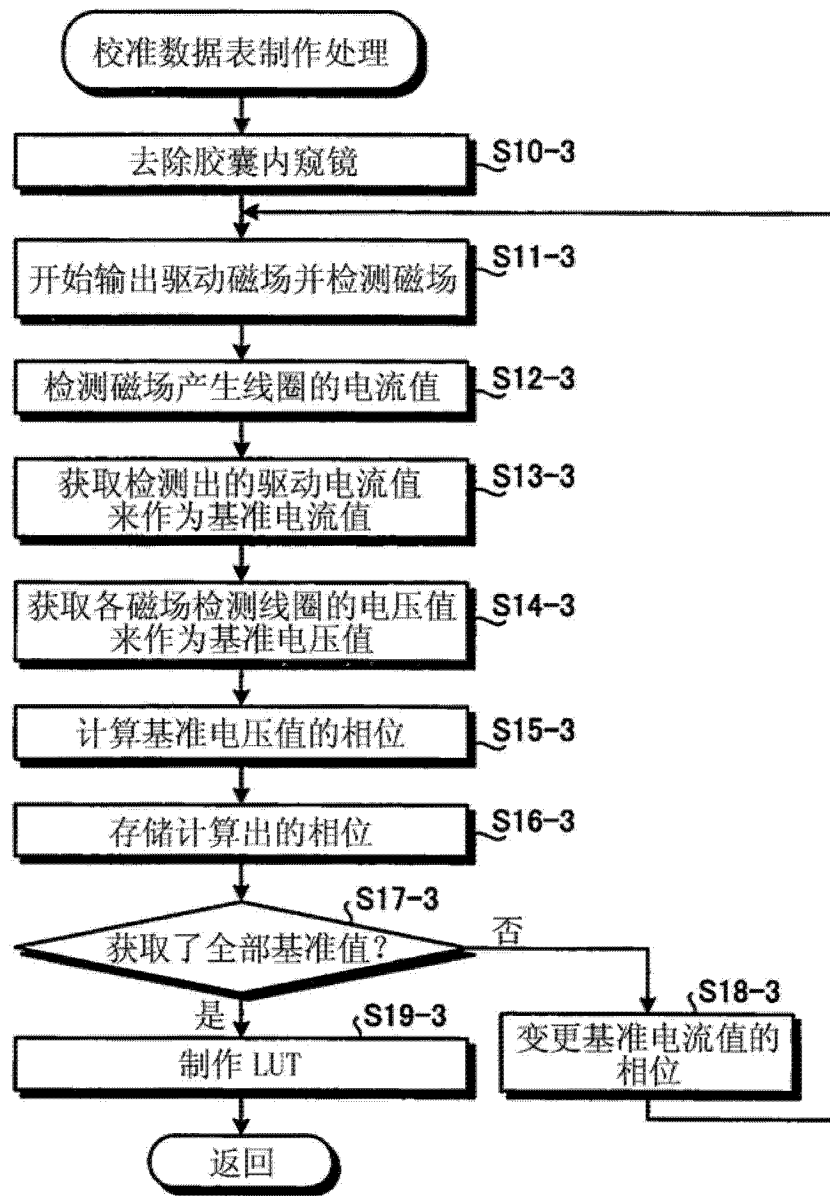


图 15

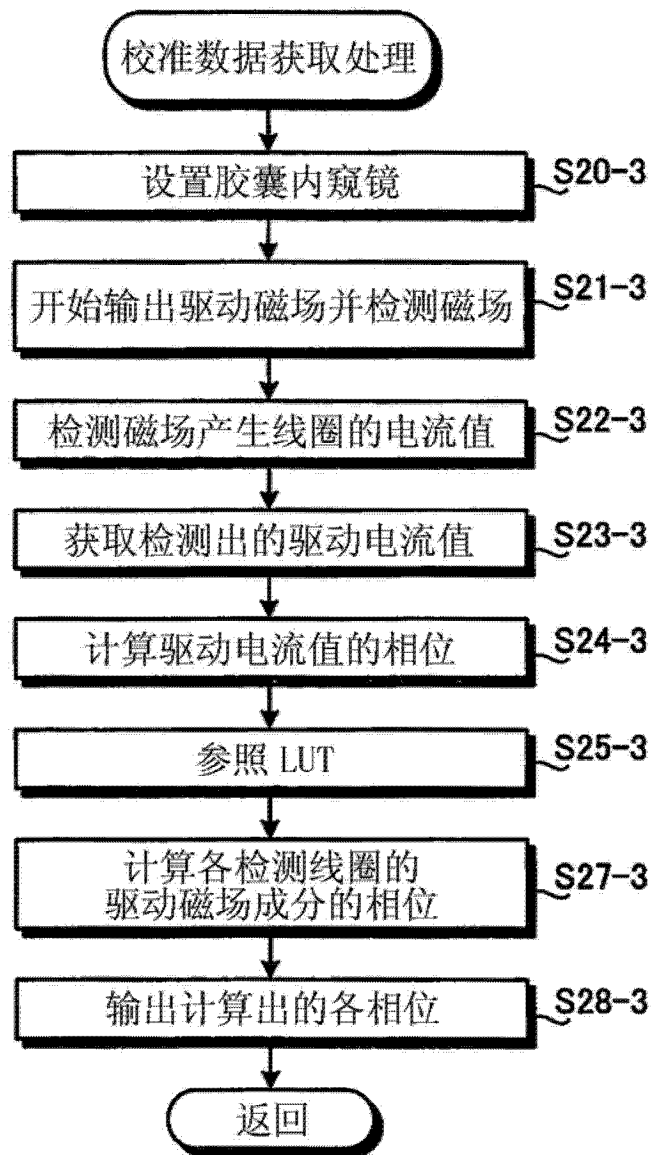


图 16

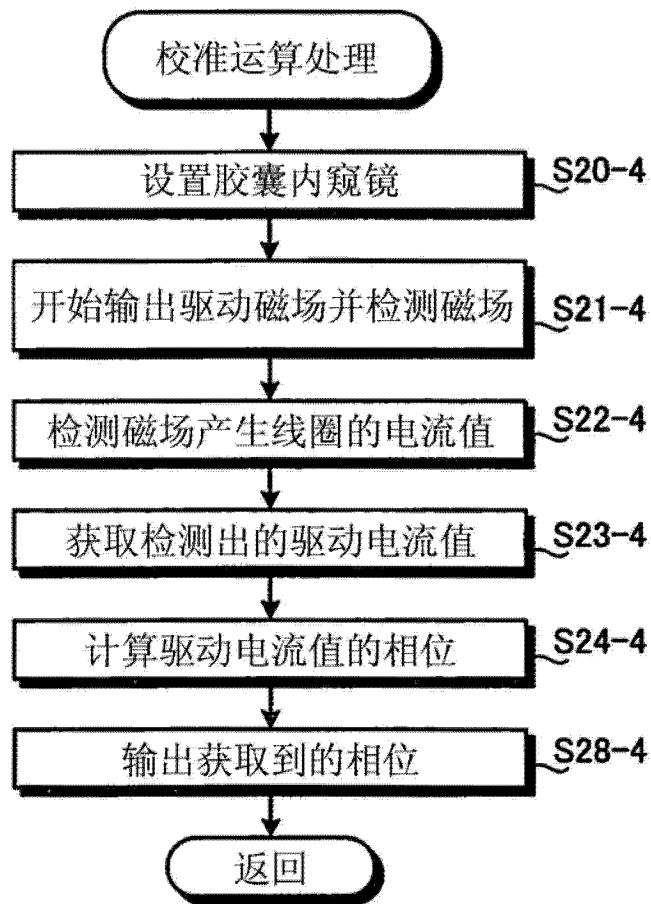


图 17

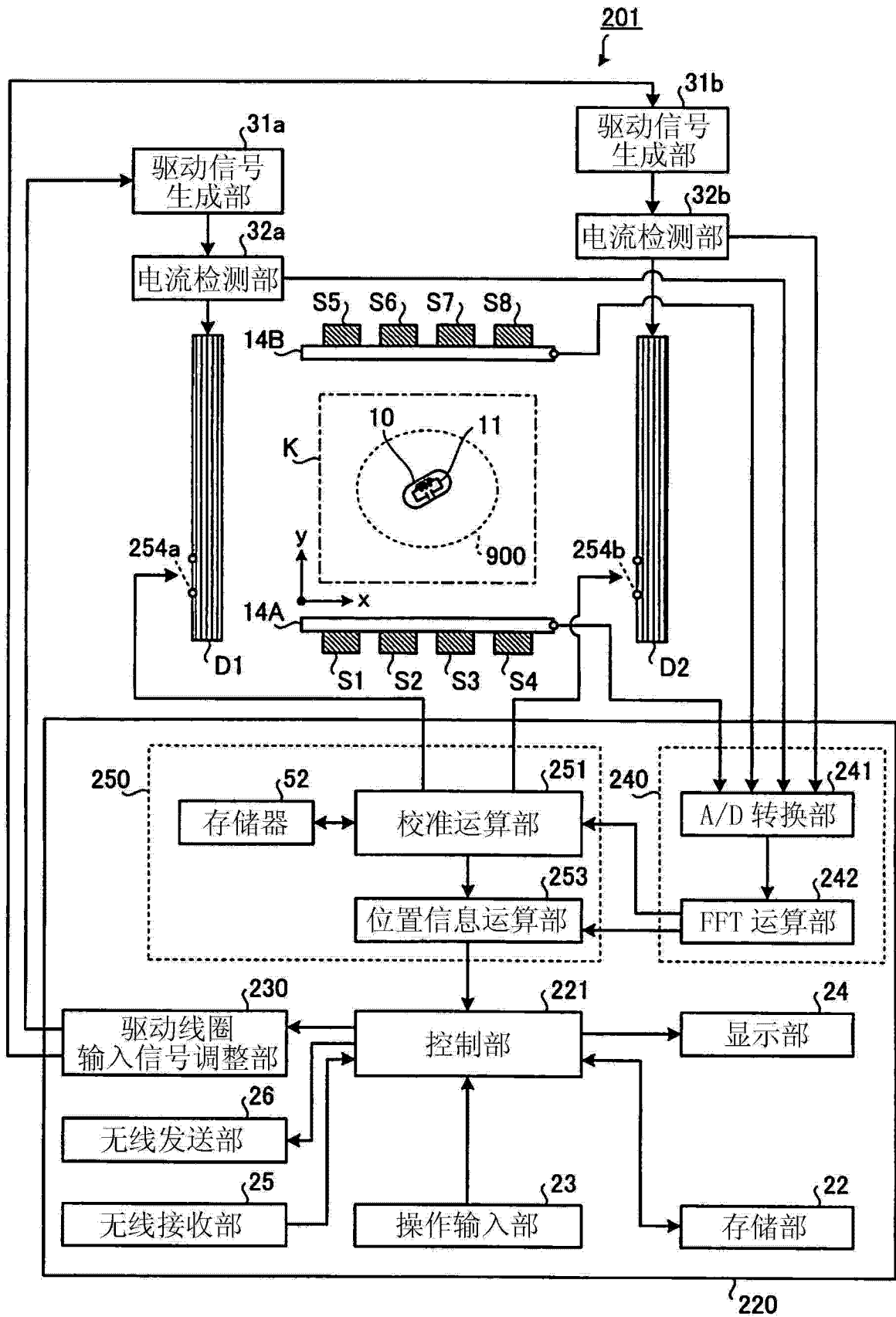


图 18

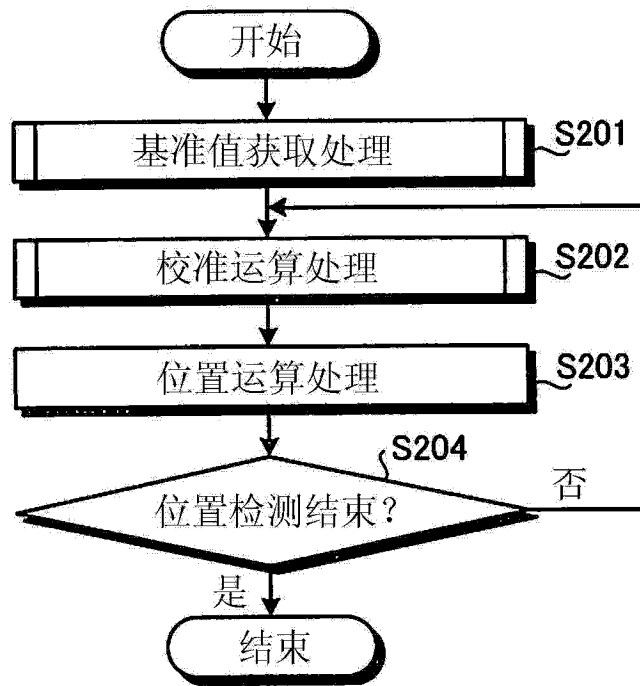


图 19

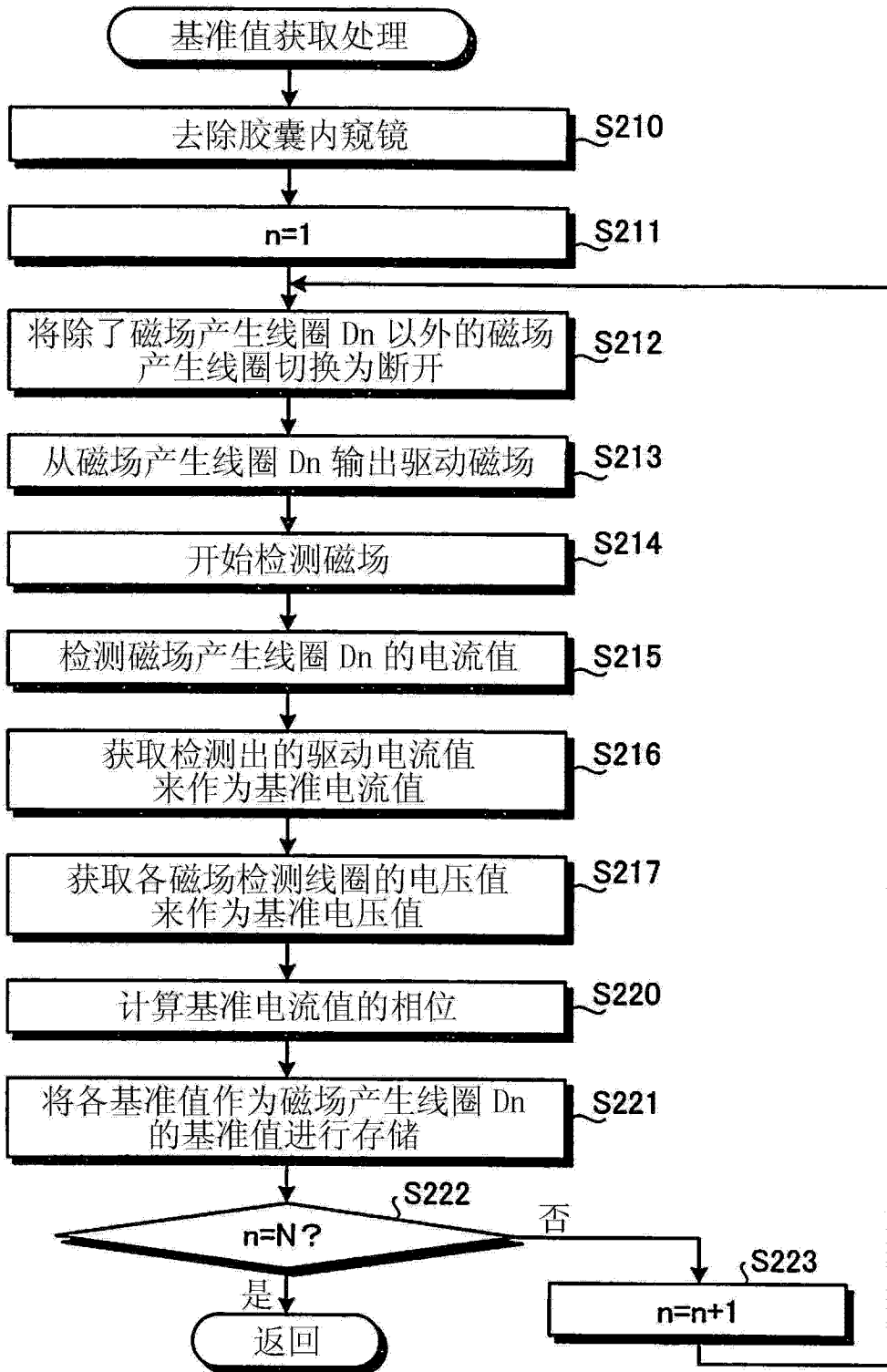


图 20



图 21

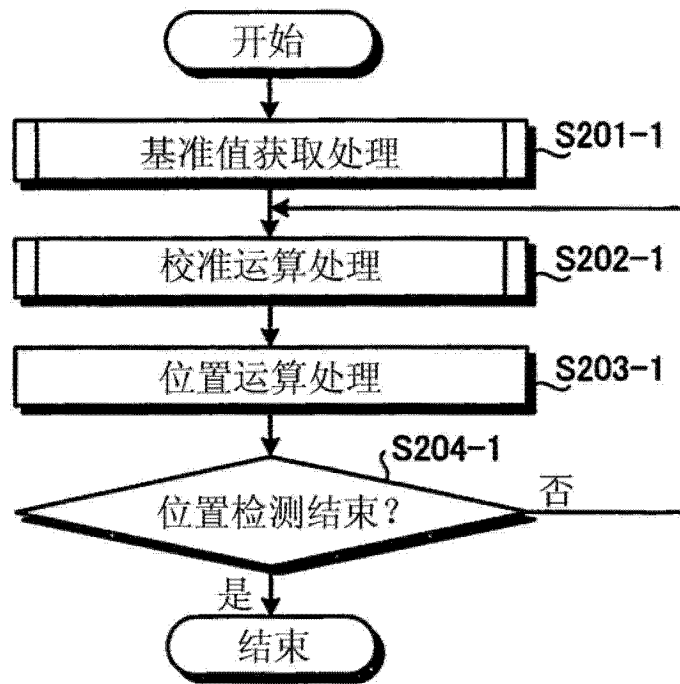


图 22

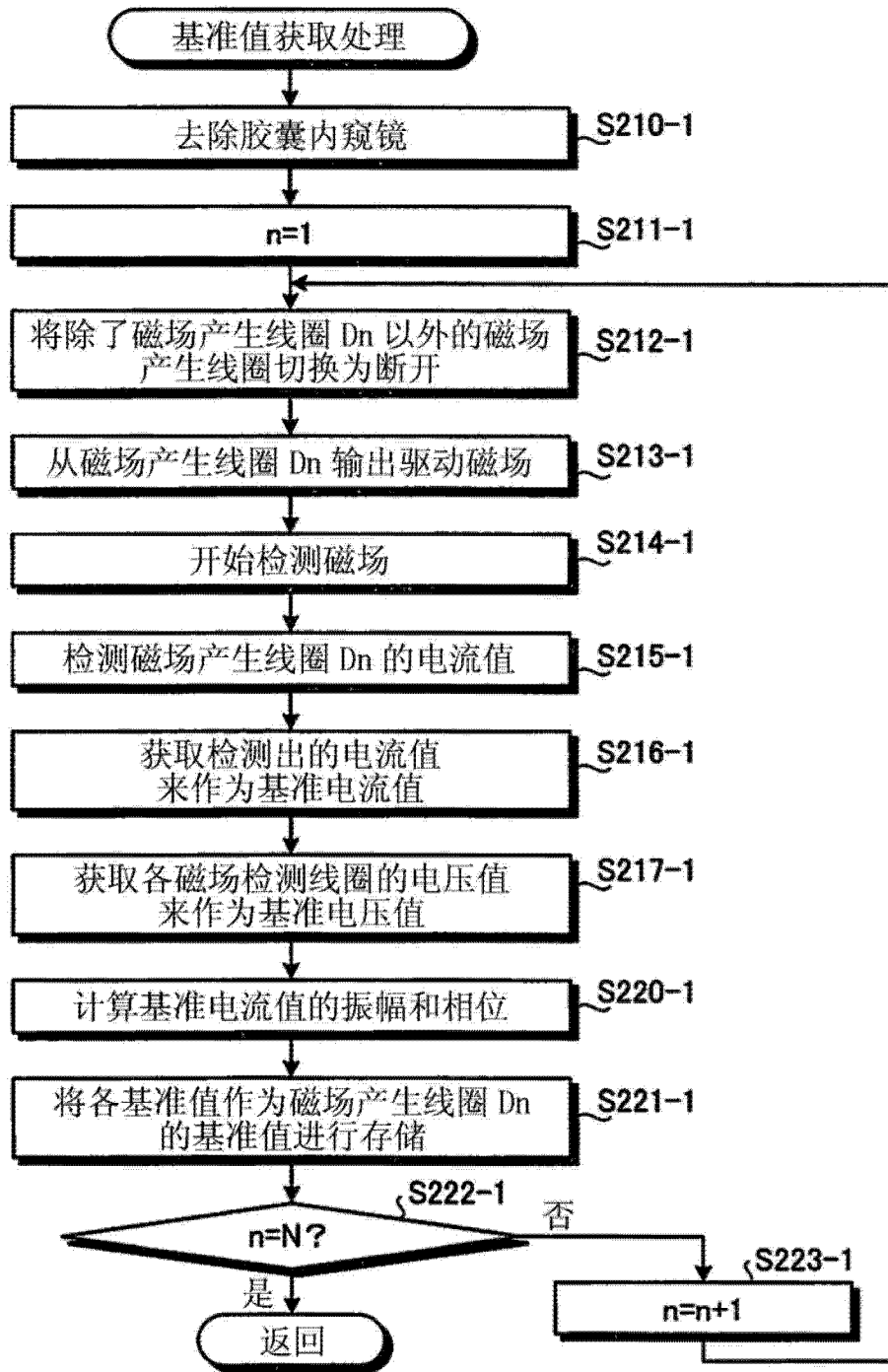


图 23

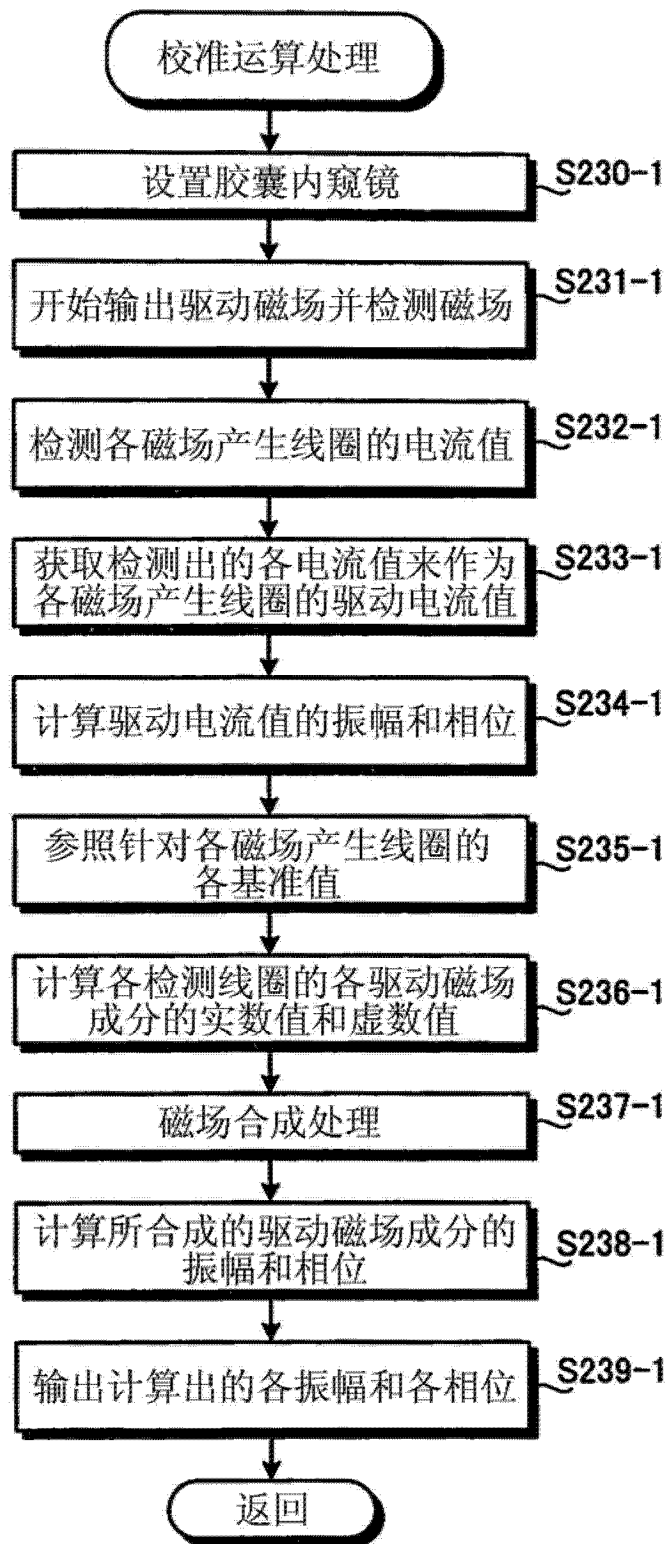


图 24

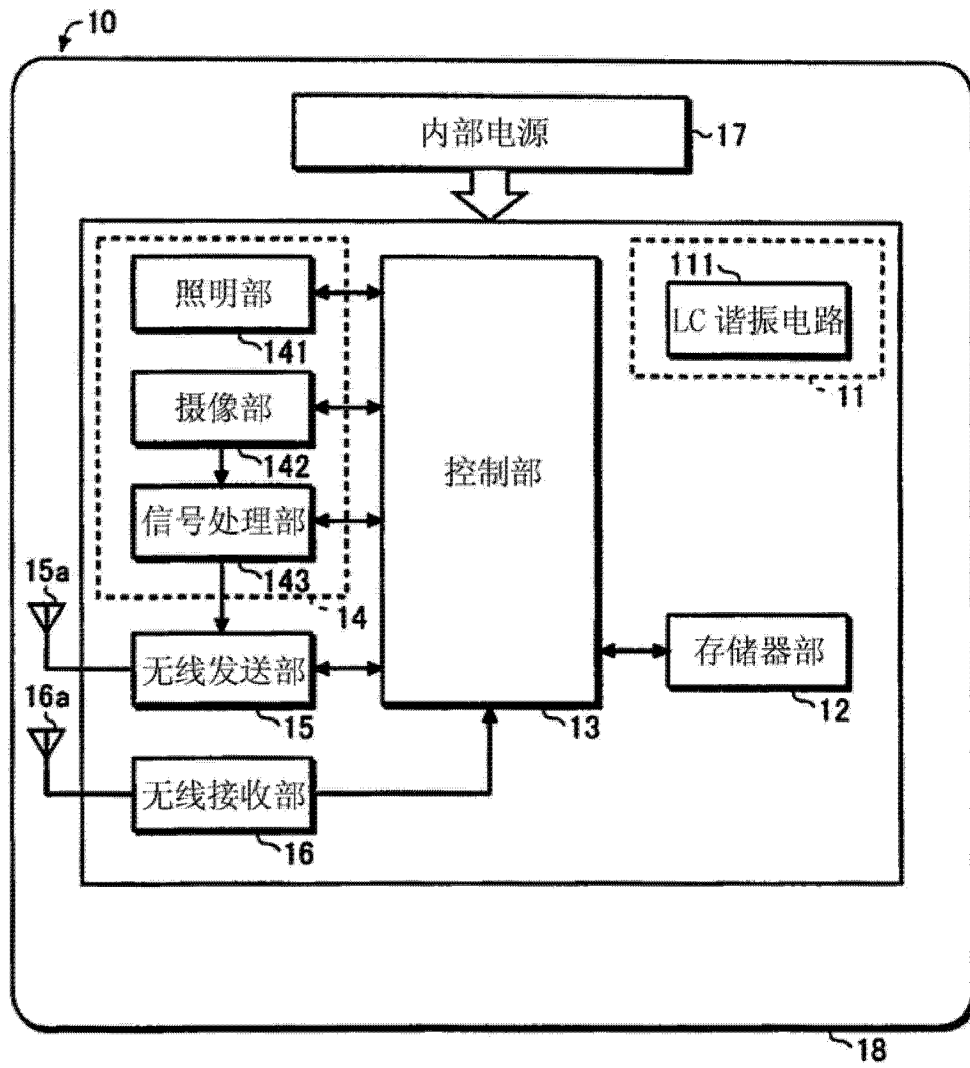


图 25

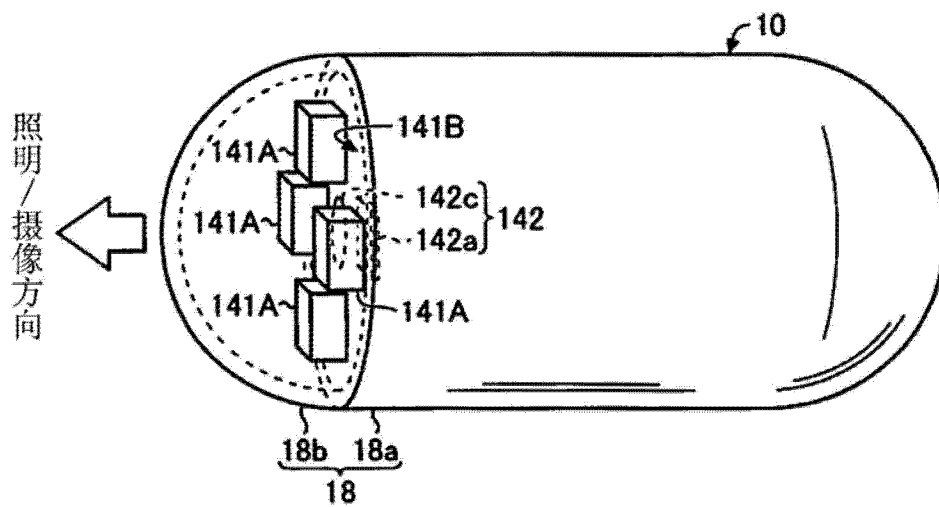


图 26

专利名称(译)	位置检测系统以及位置检测方法		
公开(公告)号	CN102802496A	公开(公告)日	2012-11-28
申请号	CN201180014617.3	申请日	2011-01-13
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
[标]发明人	饭田隆广		
发明人	饭田隆广		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00158 A61B1/041 A61B5/062		
代理人(译)	刘新宇		
优先权	2010033664 2010-02-18 JP		
其他公开文献	CN102802496B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明所涉及的位置检测系统(1)具备：胶囊内窥镜(10)，其被配置于检测空间内K内，与在检测空间内K内形成的驱动磁场相应地产生谐振磁场；磁场产生线圈(D1)，其在检测空间内产生驱动磁场；检测线圈(S1~S8)，其检测由胶囊内窥镜(10)与驱动磁场相应地产生的谐振磁场与驱动磁场的合成磁场；电流检测部(32)，其与检测线圈(S1~S8)的磁场检测同步地检测流过磁场产生线圈(D1)的驱动电流；以及位置检测部(50)，其根据由检测线圈(S1~S8)检测出的合成磁场的检测值和由电流检测部(32)检测出的驱动电流的检测值来计算胶囊内窥镜(10)的位置和方向。

