

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-47018

(P2018-47018A)

(43) 公開日 平成30年3月29日(2018.3.29)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 2 0 B	2 H 0 4 0
A 6 1 B 5/07 (2006.01)	A 6 1 B 5/07	4 C 0 3 8
H 0 1 L 41/09 (2006.01)	H 0 1 L 41/09	4 C 1 6 1
H 0 1 L 41/047 (2006.01)	H 0 1 L 41/047	
H 0 1 L 41/04 (2006.01)	H 0 1 L 41/04	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-184265 (P2016-184265)  
 (22) 出願日 平成28年9月21日 (2016.9.21)

(71) 出願人 000006231  
 株式会社村田製作所  
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (72) 発明者 浅野 宏志  
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号  
 株式会社村田製作所内  
 Fターム(参考) 2H040 DA01 DA43 DA55 GA02  
 4C038 CC08  
 4C161 AA01 AA04 BB00 CC06 DD07

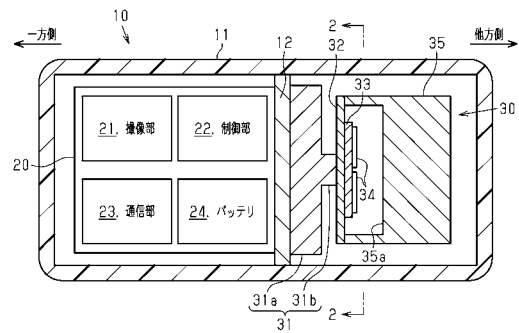
(54) 【発明の名称】 駆動モジュール及びカプセル型内視鏡

(57) 【要約】

【課題】 駆動モジュールにより可能となる動作の自由度を向上させる。

【解決手段】 カプセル型内視鏡 10 の外殻部 11 の内部には、駆動モジュール 30 が設けられている。駆動モジュール 30 の固定部 31 は、円板状の円板部 31 a と当該円板部 31 a における軸方向他方側の面から軸方向他方側へと突出する軸部 31 b を備えている。軸部 31 b における軸方向他方側の端面には、円板状の金属板 32 が固定されている。金属板 32 の軸方向他方側の面には、円板状の圧電素子 33 が設けられている。圧電素子 33 の軸方向他方側の面には、複数の電極板 34 が取り付けられている。金属板 32 には、質量体 35 が固定されている。制御モジュール 20 の制御部 22 は、各電極板 34 に印加する駆動電圧を個別に制御可能である。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

金属板の一方側の面に設けられ、前記金属板の面方向に伸縮する板状の圧電素子と、前記圧電素子における前記金属板とは反対側の面に取り付けられた電極板と、前記金属板に固定された質量体と、前記金属板の他方側の面に設けられた軸部と、前記電極板に印加する駆動電圧を制御する制御部とを備え、前記電極板は、複数設けられており、前記制御部は、複数の前記電極板に印加する駆動電圧を個別に制御可能であることを特徴とする駆動モジュール。

10

## 【請求項 2】

前記制御部は、前記複数の電極板のうちのいずれかに交流駆動電圧を印加し、当該電極板とは異なる他の電極板に逆極性の交流駆動電圧を印加する動作モードを有することを特徴とする請求項 1 に記載の駆動モジュール。

## 【請求項 3】

前記電極板は、前記圧電素子の中心を中心とする周方向に 3 つ以上並設されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の駆動モジュール。

## 【請求項 4】

前記制御部は、前記周方向に並設された電極板に、並設順に位相の異なる交流駆動電圧を印加する動作モードを有することを特徴とする請求項 3 に記載の駆動モジュール。

20

## 【請求項 5】

前記制御部は、すべての電極板に同一の交流駆動電圧を印加する動作モードを有することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の駆動モジュール。

## 【請求項 6】

前記圧電素子として、第 1 金属板の一方側の面に設けられた第 1 圧電素子と、前記第 1 金属板と平行に配置された第 2 金属板の一方側の面に設けられた第 2 圧電素子とを備え、前記電極板として、前記第 1 圧電素子に取り付けられた第 1 電極板と、前記第 2 圧電素子に取り付けられた第 2 電極板とを備え、

前記質量体として、前記第 1 金属板に固定された第 1 質量体と、前記第 2 金属板に固定された第 2 質量体とを備え、

30

前記第 1 金属板と前記第 2 金属板とは、前記軸部を介して連結されており、

前記第 2 質量体の重量は、前記第 1 質量体の重量の 2 分の 1 以下であり、

前記制御部は、角速度を「 $\omega$ 」、時間を「 $t$ 」、零を除く任意の係数を「 $A$ 」としたとき、前記第 1 電極板に「 $A \sin(\omega t)$ 」の駆動電圧を印加し、前記第 2 電極板に「 $\pm A \sin(2\omega t)$ 」の駆動電圧を印加する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の駆動モジュール。

## 【請求項 7】

画像を撮像する撮像部が外殻部の内部に収容されたカプセル型内視鏡であって、

前記外殻部の内部に請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の駆動モジュールが収容されており、前記駆動モジュールの前記軸部が前記外殻部の内面に固定されていることを特徴とするカプセル型内視鏡。

40

## 【請求項 8】

前記外殻部は、円筒形状であり、

前記外殻部の外周面には、当該外殻部の中心軸を中心とする螺旋状に突部又は溝部が設けられている

ことを特徴とする請求項 7 に記載のカプセル型内視鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

50

本発明は、駆動モジュール、及びその駆動モジュールを備えたカプセル型内視鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1の自走装置は、筒状の本体部を備え、その軸方向一方側に積層型圧電素子を取り付けられている。積層型圧電素子は、電圧が印加されることにより本体部の軸方向に伸縮可能になっている。この積層型圧電素子に鋸波状の駆動電圧を印加すると、積層型圧電素子が縮むときには比較的ゆっくりと縮む一方で、積層型圧電素子が伸びるときには急激に伸びる。この積層型圧電素子が急激に伸びるときの反作用で、自走装置の本体部が軸方向における積層型圧電素子を取り付けられているのとは反対側に移動する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平06-312384号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の自走装置は、本体部の軸方向にしか移動できず、自走装置の進行方向に障害物等が存在する場合には、それを避けることは難しい。そのため、特許文献1の自走装置を駆動モジュールとして利用するにあたっては、駆動モジュールの進行方向を案内するためのガイドを設けるなどの対処が必要で、適用できる分野に限られる。したがって、この種の駆動モジュールをより広い分野で適用可能とするためには、当該駆動モジュールにより可能となる動作の自由度を向上させることが望まれる。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するため、本発明は、金属板の一方側の面に設けられ、前記金属板の面方向に伸縮する板状の圧電素子と、前記圧電素子における前記金属板とは反対側の面に取り付けられた電極板と、前記金属板に固定された質量体と、前記金属板の他方側の面に設けられた軸部と、前記電極板に印加する駆動電圧を制御する制御部とを備え、前記電極板は、複数設けられており、前記制御部は、複数の前記電極板に印加する駆動電圧を個別に制御可能である。

30

【0006】

上記構成によれば、各電極板に印加する駆動電圧を個別に制御することで、圧電素子が設けられている金属板を局所的に撓ませるなど、金属板の撓みの仕方にバリエーションを持たせることができる。そのため、金属板に固定されている質量体の変位の仕方にバリエーションを持たせることができる。したがって、質量体の変位することの反作用で移動する物体に対して、特定の進行方向への移動だけでなく様々な動作をさせることが可能である。すなわち、駆動モジュールにより可能となる動作の自由度が向上する。

【0007】

上記の発明において、前記制御部は、前記複数の電極板のうちのいずれかに交流駆動電圧を印加し、当該電極板とは異なる他の電極板に逆極性の交流駆動電圧を印加する動作モードを有してもよい。この構成によれば、駆動モジュールが適用される物体に、その中心軸を傾斜させるような首振り動作をさせることができる。

40

【0008】

上記の発明において、前記電極板は、前記圧電素子の中心を中心とする周方向に3つ以上並設されていてもよい。この構成によれば、駆動モジュールが適用される物体に対し、圧電素子の面方向における様々な方向の動作をさせることが可能となる。

【0009】

上記の発明において、前記制御部は、前記周方向に並設された電極板に、並設順に位相の異なる交流駆動電圧を印加する動作モードを有してもよい。この構成によれば、駆動モ

50

ジュールが適用される物体に対し、圧電素子の中心軸線を中心として旋回する旋回動作をさせることが可能となる。

【0010】

上記の発明において、前記制御部は、すべての電極板に同一の交流駆動電圧を印加する動作モードを有してもよい。この構成によれば、駆動モジュールが適用される物体に対し、圧電素子の中心軸線に沿って進む直進動作をさせることが可能となる。

【0011】

上記の発明において、前記圧電素子として、第1金属板の一方側の面に設けられた第1圧電素子と、前記第1金属板と平行に配置された第2金属板の一方側の面に設けられた第2圧電素子とを備え、前記電極板として、前記第1圧電素子に取り付けられた第1電極板と、前記第2圧電素子に取り付けられた第2電極板とを備え、前記質量体として、前記第1金属板に固定された第1質量体と、前記第2金属板に固定された第2質量体とを備え、前記第1金属板と前記第2金属板とは、前記軸部を介して連結されており、前記第2質量体の重量は、前記第1質量体の重量の2分の1以下であり、前記制御部は、角速度を「 $\omega$ 」、時間を「 $t$ 」、零を除く任意の係数を「 $A$ 」としたとき、前記第1電極板に「 $A \sin(\omega t)$ 」の駆動電圧を印加し、前記第2電極板に「 $\pm A \sin(2\omega t)$ 」の駆動電圧を印加してもよい。

【0012】

上記構成によれば、第1質量体及び第2質量体を合わせた質量体全体として見たとき、質量体全体の重心位置は鋸波状に変位する。したがって、鋸波状の電圧を生成するための回路構成を有していなくても、周期の異なる正弦波を第1電極板及び第2電極板に印加することにより、質量体全体の重心位置を、鋸波状の駆動電圧を印加したかのように変位させることができる。

【0013】

また、本発明は、画像を撮像する撮像部が外殻部の内部に収容されたカプセル型内視鏡であって、前記外殻部の内部に上記いずれかの駆動モジュールが収容されており、前記駆動モジュールの前記軸部が前記外殻部の内面に固定されている。

【0014】

カプセル型内視鏡の使用が想定される消化管は、曲がりくねった形状である上、当該消化管の内部において消化物等がカプセル型内視鏡の障害物となることもある。このような消化管内で使用されるカプセル型内視鏡の駆動源として、動作の自由度が高い上記各駆動モジュールを適用することは好適である。

【0015】

上記の発明において、前記外殻部は、円筒形状であり、前記外殻部の外周面には、当該外殻部の中心軸を中心とする螺旋状に突部又は溝部が設けられていてもよい。この構成によれば、カプセル型内視鏡を軸方向に進行させるのに伴って、当該カプセル型内視鏡をその中心軸を中心として回転させることができる。また、カプセル型内視鏡をその中心軸を中心として回転させるのに伴って、当該カプセル型内視鏡を軸方向に進行させることができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、駆動モジュールが適用される物体の動作自由度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1実施形態のカプセル型内視鏡の断面図。

【図2】図1における2-2線断面図。

【図3】第1実施形態の駆動モジュールにおける直進動作モードの駆動電圧を示すグラフ

。

【図4】(a)及び(b)は、直進動作モードにおける駆動モジュールの動きを示す説明図。

10

20

30

40

50

【図 5】(a) 及び (b) は、第 1 実施形態の駆動モジュールにおける首振り動作モードの駆動電圧を示すグラフ。

【図 6】(a) 及び (b) は、首振り動作モードにおける駆動モジュールの動きを示す説明図。

【図 7】(a) ~ (d) は、第 1 実施形態の駆動モジュールにおける旋回動作モードの駆動電圧を示すグラフ。

【図 8】第 2 実施形態のカプセル型内視鏡の断面図。

【図 9】第 2 実施形態の質量体の慣性力を示すグラフ。

【図 10】変更例のカプセル型内視鏡の断面図。

【図 11】変更例のカプセル型内視鏡の側面図。

10

【発明を実施するための形態】

【0018】

(第 1 実施形態)

以下、本発明の第 1 実施形態を図 1 ~ 図 7 に基づいて説明する。

図 1 に示すように、カプセル型内視鏡 10 は、全体として円筒状の外殻部 11 を備えている。外殻部 11 は、その軸方向 (図 1 において左右方向) の両端部が閉塞されていて、内部に空間が区画されている。外殻部 11 は、透明な樹脂、例えばポリカーボネートにより構成されている。なお、以下の説明では、外殻部 11 の軸方向を単に「軸方向」と呼称する。

【0019】

20

図 1 に示すように、外殻部 11 の内部には、当該外殻部 11 の内部空間を軸方向に仕切る仕切板 12 が設けられている。仕切板 12 は、外径が外殻部 11 の内径と略同一な円板状になっている。仕切板 12 の外周面は、外殻部 11 の内周面 (内面) に固定されている。

【0020】

図 1 に示すように、外殻部 11 の内部空間のうち、仕切板 12 よりも軸方向一方側 (図 1 において左側) の空間には、制御モジュール 20 が設けられている。制御モジュール 20 は、外殻部 11 の外部の画像を撮像する撮像部 21 を備えている。撮像部 21 は、いわゆるデジタルカメラであり、外殻部 11 の外部に光を照射するフラッシュを内蔵している。制御モジュール 20 は、撮像部 21 を制御するための制御部 22 を備えている。制御部 22 は、撮像部 21 による撮像タイミングを制御するとともに、撮像部 21 が取得した画像を画像データに変換する。制御モジュール 20 は、外殻部 11 の外部と通信するための通信部 23 を備えている。通信部 23 は、制御部 22 が変換した画像データを外部に送信する。また、通信部 23 は、外部から送信されてくる信号を受信し、その受信信号を制御部 22 へ出力する。また、制御モジュール 20 は、上記撮像部 21、制御部 22、及び通信部 23 に対して電力を供給するバッテリー 24 を備えている。バッテリー 24 は、例えばボタン型の酸化銀電池である。なお、図面では、制御モジュール 20 の各構成を簡略化してブロック図で図示している。

30

【0021】

図 1 に示すように、外殻部 11 の内部空間のうち、仕切板 12 よりも軸方向他方側 (図 1 において右側) の空間には、駆動モジュール 30 が設けられている。駆動モジュール 30 は、仕切板 12 に固定される固定部 31 を備えている。固定部 31 は、円板状の円板部 31a を備えている。円板部 31a における軸方向一方側の面は、仕切板 12 における軸方向他方側の面に固定されている。固定部 31 は、円板部 31a における軸方向他方側の面から軸方向他方側へと突出する軸部 31b を備えている。軸部 31b は、円柱状になっていて、その中心軸が外殻部 11 の中心軸線上に位置している。

40

【0022】

図 1 に示すように、軸部 31b における軸方向他方側の端面には、円板状の金属板 32 が固定されている。金属板 32 の中心は、軸部 31b の中心軸線上に位置している。金属板 32 の外径は、軸部 31b の外径よりも大きくなっている。また、金属板 32 の外径は

50

、外殻部 1 1 の内径よりも小さく、金属板 3 2 の外縁と外殻部 1 1 の内周面との間に相応の隙間が存在している。

【 0 0 2 3 】

図 1 に示すように、金属板 3 2 の軸方向他方側の面には、円板状の圧電素子 3 3 が設けられている。圧電素子 3 3 の中心は、軸部 3 1 b の中心軸線上に位置している。すなわち、面方向において圧電素子 3 3 の中心と金属板 3 2 の中心とが一致している。圧電素子 3 3 の外径は、金属板 3 2 の外径よりも小さくなっている。

【 0 0 2 4 】

図 1 に示すように、圧電素子 3 3 の軸方向他方側の面には、4 つの電極板 3 4 が取り付けられている。図 2 に示すように、各電極板 3 4 は、平面視すると中心角が 9 0 度の扇型になっている。4 つの電極板 3 4 は、圧電素子 3 3 の中心を中心とする周方向に並設されていて、4 つの電極板 3 4 全体で略円形状になっている。この実施形態では、電極板 3 4 に正電圧を印加することにより、圧電素子 3 3 におけるその電極板 3 4 と接触している部分が面方向に伸長する。そして、電極板 3 4 に負電圧を印加することにより、圧電素子 3 3 におけるその電極板 3 4 と接触している部分が面方向に収縮する。

10

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように、金属板 3 2 には、全体として円柱状をなす金属製の質量体 3 5 が固定されている。質量体 3 5 の軸方向一方側には、断面円形状の凹部 3 5 a が設けられている。凹部 3 5 a の軸方向一方側の開口の内径は、圧電素子 3 3 の外径よりも大きくなっている。質量体 3 5 は、凹部 3 5 a の内側に、圧電素子 3 3 及び電極板 3 4 が位置するように、軸方向一方側（凹部 3 5 a 側）の端面が金属板 3 2 の周縁に固定されている。

20

【 0 0 2 6 】

駆動モジュール 3 0 における各電極板 3 4 は、それぞれ図示しない配線により制御モジュール 2 0 の制御部 2 2 に電気的に接続されている。そして、制御モジュール 2 0 の制御部 2 2 は、4 つの電極板 3 4 に印加する駆動電圧をそれぞれ個別に制御する。すなわち、この実施形態では、制御モジュール 2 0 の制御部 2 2 が、駆動モジュール 3 0 の制御部としての機能を兼ねている。なお、仕切板 1 2 及び金属板 3 2 には、図示しない孔が設けられている。そして、その孔に配線が通されることにより、制御モジュール 2 0 の制御部 2 2 と各電極板 3 4 とが配線で接続されている。

【 0 0 2 7 】

上記のように構成された第 1 実施形態のカプセル型内視鏡 1 0 の作用、特に駆動モジュール 3 0 の駆動態様について説明する。

30

第 1 実施形態の制御モジュール 2 0 における制御部 2 2 は、駆動モジュール 3 0 を、直進動作モード、首振り動作モード、及び旋回動作モードの 3 つの動作モードで制御可能である。カプセル型内視鏡 1 0 の動作を制御するための外部装置から上記の 3 つの動作モードのうちのいずれかを指定する信号が送信されると、その信号はカプセル型内視鏡 1 0 における制御モジュール 2 0 の通信部 2 3 で受信される。そして、制御モジュール 2 0 の制御部 2 2 は、外部装置によって指定されたいずれかの動作モードで駆動モジュール 3 0 を駆動する。

【 0 0 2 8 】

40

先ず、直進動作モードについて説明する。

制御モジュール 2 0 の制御部 2 2 は、直進動作モードでは、4 つの電極板 3 4 の全てに同一の鋸波状の駆動電圧を印加する。具体的には、図 3 に示すように、制御部 2 2 は、各電極板 3 4 への電圧の印加を開始すると、徐々に駆動電圧を上昇させていく。このとき、図 4 ( a ) に示すように、圧電素子 3 3 は金属板 3 2 の面上において面方向に伸長しようとする一方で、金属板 3 2 は伸長しない。そのため、金属板 3 2 は、その周縁が軸方向一方側に位置するように撓む。その結果、金属板 3 2 の周縁に固定されている質量体 3 5 が軸方向一方側へと変位する。電極板 3 4 に印加される電圧が鋸波状の駆動電圧の最大値 + V 1 になったときに、金属板 3 2 における周縁が軸方向一方側に位置するような撓みが最大となり、質量体 3 5 の軸方向一方側への変位量も最大となる。

50

## 【 0 0 2 9 】

質量体 3 5 が軸方向一方側へと変位すると、その反作用で、固定部 3 1 に対して軸方向他方側への力が作用する。そのため、固定部 3 1 が固定されている仕切板 1 2 及び外殻部 1 1 にも軸方向他方側への力が作用する。しかし、上述したとおり、制御部 2 2 は、電極板 3 4 に対する駆動電圧を上昇させていく場合には、徐々に駆動電圧を上昇させていく。そのため、質量体 3 5 の軸方向一方側への変位の反作用で外殻部 1 1 に軸方向他方側へと力が作用しても、その力が、外殻部 1 1 とその外殻部 1 1 に接触する物体（例えば、消化管の消化壁）との間に生じる静止摩擦力を超える可能性は低い。したがって、電極板 3 4 に対する駆動電圧を上昇させていくときに、カプセル型内視鏡 1 0 が軸方向に移動することはほぼない。

10

## 【 0 0 3 0 】

図 3 に示すように、制御部 2 2 は、駆動電圧が最大値 + V 1 に達した後、瞬間的に鋸波状の駆動電圧の最小値 - V 1 にまで低下させる。このとき、図 4 ( a ) 及び ( b ) に示すように、圧電素子 3 3 は金属板 3 2 の面上において面方向に伸長した状態から収縮しようとする一方で、金属板 3 2 は収縮しない。そのため、金属板 3 2 は、その周縁が軸方向他方側に位置するように撓む。その結果、金属板 3 2 の周縁に固定されている質量体 3 5 が軸方向他方側へと変位する。

## 【 0 0 3 1 】

質量体 3 5 が軸方向他方側へと変位すると、その反作用で、固定部 3 1 に対して軸方向一方側への力が作用する。そのため、固定部 3 1 が固定されている仕切板 1 2 及び外殻部 1 1 にも軸方向一方側への力が作用する。ここで、上述したとおり、制御部 2 2 は、電極板 3 4 に対する駆動電圧を低下させていく場合には、瞬間的に駆動電圧を低下させる。そのため、質量体 3 5 の軸方向他方側への変位の反作用で外殻部 1 1 に軸方向一方側へと力が作用すると、その力が、外殻部 1 1 とその外殻部 1 1 に接触する物体との間に生じる静止摩擦力を超える。したがって、電極板 3 4 に対する駆動電圧を低下させた際に、カプセル型内視鏡 1 0 が軸方向一方側へと僅かに進む。

20

## 【 0 0 3 2 】

以上のように、制御部 2 2 が鋸波状の駆動電圧を印加して、駆動電圧が最大値 + V 1 から最小値 - V 1 へと低下する度に、カプセル型内視鏡 1 0 は軸方向一方側へと少しずつ進んでいく。なお、制御部 2 2 が、図 3 に示す鋸波状の駆動電圧とは正負の電圧が反対の逆極性の駆動電圧を各電極板 3 4 に印加することにより、カプセル型内視鏡 1 0 を軸方向他方側へと進ませることもできる。

30

## 【 0 0 3 3 】

次に、首振り動作モードについて説明する。

制御モジュール 2 0 の制御部 2 2 は、首振り動作モードでは、隣接する 2 つの電極板 3 4 に鋸波状の駆動電圧を印加し、それ以外の 2 つの電極板 3 4 には逆極性の鋸波状の駆動電圧を印加する。なお、以下の首振り動作モードの説明では、4 つの電極板 3 4 のうちの 2 つの電極板 3 4 が上側に位置しており、他の 2 つの電極板 3 4 が下側に位置しているものとする。

## 【 0 0 3 4 】

図 5 ( a ) に示すように、制御部 2 2 は、上側の電極板 3 4 への電圧の印加を開始すると、徐々に駆動電圧を上昇させていく。また、図 5 ( b ) に示すように、制御部 2 2 は、下側の電極板 3 4 への電圧の印加を開始すると、徐々に駆動電圧を低下させていく。このとき、図 6 ( a ) に示すように、圧電素子 3 3 の上側の部分は金属板 3 2 の面上において面方向に伸長しようとする一方で、金属板 3 2 は伸長しない。そのため、金属板 3 2 の上側部分は、その周縁が軸方向一方側に位置するように撓む。また、圧電素子 3 3 の下側の部分は金属板 3 2 の面上において面方向に収縮しようとする一方で、金属板 3 2 は収縮しない。そのため、金属板 3 2 の下側部分は、その周縁が軸方向他方側に位置するように撓む。これらの結果、金属板 3 2 の周縁に固定されている質量体 3 5 が、軸方向他方側の端部が上側に位置するように傾斜する。換言すると、図 6 ( a ) において、質量体 3 5 は、

40

50

外殻部 1 1 の中心軸に対して、反時計回りに傾斜するように変位する。図 5 ( a ) 及び ( b ) に示すように、上側の 2 つの電極板 3 4 に印加される電圧が鋸波状の駆動電圧の最大値 + V 1 になり、且つ下側の 2 つの電極板 3 4 に印加される電圧が鋸波状の駆動電圧の最小値 - V 1 になったときに、金属板 3 2 の撓みが最大となり、質量体 3 5 の傾斜量も最大となる。

#### 【 0 0 3 5 】

質量体 3 5 が、その軸方向他方側の端部が上側に位置するように傾斜すると、その反作用で、固定部 3 1 に対して軸方向一方側の端部が上側に位置するような力が作用する。換言すると、図 6 ( a ) において、固定部 3 1 には、外殻部 1 1 の中心軸に対して、時計回りに傾斜するような力が作用する。そのため、固定部 3 1 が固定されている仕切板 1 2 及び外殻部 1 1 にも軸方向一方側の端部が上側に位置するような力が作用する。しかし、上述したとおり、制御部 2 2 は、上側の電極板 3 4 及び下側の電極板 3 4 に対する駆動電圧を変化させていく場合には、徐々に駆動電圧を変化させていく。そのため、外殻部 1 1 に、軸方向一方側の端部が上側に位置するような力が作用しても、外殻部 1 1 とその外殻部 1 1 に接触する物体との間に生じる静止摩擦力を超える可能性は低い。したがって、上側の電極板 3 4 及び下側の電極板 3 4 に対する駆動電圧を徐々に変化させていくときに、カプセル型内視鏡 1 0 が、軸方向一方側の端部が上側に位置するような首振り動作をすることはほぼない。

10

#### 【 0 0 3 6 】

図 5 ( a ) に示すように、制御部 2 2 は、上側の電極板 3 4 に対する駆動電圧が最大値 + V 1 に達した後、瞬間的に鋸波状の駆動電圧の最小値 - V 1 にまで低下させる。また、図 5 ( b ) に示すように、下側の電極板 3 4 に対する駆動電圧が最小値 - V 1 に達した後、瞬間的に鋸波状の駆動電圧の最大値 + V 1 にまで上昇させる。このとき、図 6 ( a ) 及び ( b ) に示すように、圧電素子 3 3 の上側の部分は金属板 3 2 の面上において面方向に収縮しようとする一方で、金属板 3 2 は伸長しない。そのため、金属板 3 2 の上側部分は、その周縁が軸方向他方側に位置するように撓む。また、圧電素子 3 3 の下側の部分は金属板 3 2 の面上において面方向に伸長しようとする一方で、金属板 3 2 は伸長しない。そのため、金属板 3 2 の下側部分は、その周縁が軸方向一方側に位置するように撓む。これらの結果、金属板 3 2 の周縁に固定されている質量体 3 5 が、軸方向他方側の端部が下側に位置するように傾斜する。換言すると、図 6 ( b ) において、質量体 3 5 は、外殻部 1 1

20

30

#### 【 0 0 3 7 】

質量体 3 5 が、軸方向他方側の端部が下側に位置するように傾斜すると、その反作用で、固定部 3 1 に対して軸方向一方側の端部が下側に位置するような力が作用する。換言すると、図 6 ( b ) において、固定部 3 1 には、外殻部 1 1 の中心軸に対して、反時計回りに傾斜するような力が作用する。ここで、上述したとおり、制御部 2 2 は、上側の 2 つの電極板 3 4 に対する駆動電圧を低下させていく場合には、瞬間的に駆動電圧を低下させる。また、制御部 2 2 は、下側の 2 つの電極板 3 4 に対する駆動電圧を低下させていく場合には、瞬間的に駆動電圧を上昇させる。そのため、外殻部 1 1 に、軸方向一方側の端部が下側に位置するような力が作用すると、その力が、外殻部 1 1 とその外殻部 1 1 に接触する物体との間に生じる静止摩擦力を超える。したがって、各電極板 3 4 に対する駆動電圧を瞬間的に変化させた際に、カプセル型内視鏡 1 0 の軸方向一方側が下側へ向くように僅かに首振り運動をする。

40

#### 【 0 0 3 8 】

以上のように、制御部 2 2 が電極板 3 4 に鋸波状の駆動電圧を印加して、駆動電圧が瞬間的に変化する度に、カプセル型内視鏡 1 0 は軸方向一方側が下側を向くように首振り運動する。なお、制御部 2 2 が、図 5 ( a ) 及び ( b ) に示す鋸波状の駆動電圧とは正負の電圧が反対の逆極性の駆動電圧を上側の 2 つの電極板 3 4、下側の 2 つの電極板 3 4 に印加することにより、カプセル型内視鏡 1 0 を軸方向一方側が上側を向くように首振り運動させることもできる。

50

## 【0039】

次に、旋回動作モードについて説明する。

制御モジュール20の制御部22は、旋回動作モードでは、圧電素子33の周方向に並設された4つの電極板34に、並設順に位相の異なる鋸波状の駆動電圧を印加する。具体的には、図7(a)~(d)に示すように、駆動電圧を「0」から最大値+V1に上昇させるまでを1、さらに駆動電圧を最小値-V1まで低下させた後、再び「0」に上昇させるまでを2としたとき、制御部22は、「2/4」の位相差で、各電極板34に駆動電圧を印加する。なお、以下の旋回動作モードの説明では、4つの電極板34のうちの1つの電極板34が上側に位置しているものとし、この上側の電極板34に対して最初に駆動電圧を印加し始めるものとする。

10

## 【0040】

図7(a)に示すように、制御部22は、上側の電極板34に対して駆動電圧の印加を開始する際、徐々に駆動電圧を上昇させていく。そして、制御部22は、上側の電極板34に印加する駆動電圧が最大値+V1に達すると、瞬間的に駆動電圧を最小値-V1にまで低下させる。このとき、上述した首振り動作モードと同様に、質量体35が、その他方側の端部が下側に位置するように傾斜する。

## 【0041】

図7(b)に示すように、制御部22は、上側の電極板34に対して周方向一方側に隣接する他の電極板34に対して、「2/4」の位相差で同様の駆動電圧を印加する。また、図7(c)及び(d)に示すように、その他の電極板34に対しても周方向の並設順に、前の電極板34に対して「2/4」の位相差で同様の駆動電圧を印加する。すると、カプセル型内視鏡10の軸方向他方側から見た場合に、質量体35の軸方向他方側の端部が、下側、横側、上側、横側、と順番に傾斜する。これらの質量体35の傾斜運動が連続して行われる結果、駆動電圧を印加する前のカプセル型内視鏡10の中心軸を中心とする円状の軌跡を描くように、質量体35の軸方向他方側が変位する。このように質量体35の軸方向他方側の端部が円状の軌跡を描くように変位すると、固定部31の軸部31bに対して、周方向にねじるような力が作用する。そして、その軸部31bのねじれを解消しようと、仕切板12及び外殻部11が、その中心軸を中心として旋回する。すなわち、カプセル型内視鏡10が、その中心軸を中心として旋回する。なお、制御部22が駆動電圧を印加する電極板34の順番を反対にすることにより、カプセル型内視鏡10の旋回方向を反対にすることができる。

20

30

## 【0042】

上記第1実施形態によれば、以下のような効果を奏することができる。

・駆動モジュール30において、電極板34が圧電素子33の周方向に4つ設けられていることにより、金属板32を局所的に撓ませるなど、金属板32の撓みの仕方にバリエーションを持たせることができる。そのため、金属板32に固定されている質量体35の変位の仕方にもバリエーションを持たせることができる。したがって、質量体35が変位することの反作用で移動するカプセル型内視鏡10に対して、特定の進行方向への移動だけでなく様々な動作をさせることが可能である。すなわち、駆動モジュール30により可能となる動作の自由度が向上している。

40

## 【0043】

・具体的には、上記第1実施形態では、駆動モジュール30は、動作モードとして、カプセル型内視鏡10を軸方向に進行させる直進動作モードだけでなく、カプセル型内視鏡10をその中心軸が傾斜するように首振り動作させる首振り動作モードで動作することも可能である。そのため、例えば、曲がりくねった消化管の内部においてその消化管の曲がりに応じてカプセル型内視鏡10に首振り動作をさせて、進行方向を変更するといったことも可能である。また、消化管の内部において消化物が障害物としてカプセル型内視鏡10の進行方向に存在していても、カプセル型内視鏡10に首振り動作をさせて、その消化物を避けるように進行方向を変更するといったことも可能である。

## 【0044】

50

・さらに、駆動モジュール30は、カプセル型内視鏡10をその中心軸を中心として旋回する旋回動作モードで動作することも可能である。そのため、例えば、消化管内部において撮像部21の死角になっている部分を、カプセル型内視鏡10を旋回させることにより撮像部21の撮像範囲に収めるといったことが可能となる。

【0045】

・このように、第1実施形態の駆動モジュール30は、異なる3つの動作モードで動作可能である。そのため、消化管内を確実に自走でき、且つ消化管の内部をくまなく撮影することが求められるカプセル型内視鏡の駆動源として、上記の駆動モジュール30を好適に適用できる。

【0046】

(第2実施形態)

以下、本発明の第2実施形態を図8及び図9に基づいて説明する。なお、以下の第2実施形態の説明において、第1実施形態と同様の構成については同一の符号を付して説明を省略又は簡略化する。

【0047】

図8に示すように、外殻部11の内部空間のうち、仕切板12よりも軸方向他方側の空間には、駆動モジュール40が設けられている。駆動モジュール40は、外殻部11の内周面(内面)に固定される固定部41を備えている。固定部41は、円板状の円板部41aを備えている。円板部41aの外径は、外殻部11の内径と略同一になっていて、円板部41aの外周面が外殻部11の内周面に固定されている。固定部41は、円板部31aにおける軸方向他方側の面から軸方向他方側へと突出する第1軸部41bと、円板部41aにおける軸方向一方側の面から軸方向一方側へと突出する第2軸部41cとを備えている。これら第1軸部41b及び第2軸部41cは、円柱状になっていて、その中心軸が外殻部11の中心軸線上に位置している。

【0048】

図8に示すように、第1軸部41bにおける軸方向他方側の端面には、円板状の第1金属板42が固定されている。第1金属板42の中心は、第1軸部41bの中心軸線上に位置している。第1金属板42の外径は、第1軸部41bの外径よりも大きくなっている。また、第1金属板42の外径は、外殻部11の内径よりも小さく、第1金属板42の外縁と外殻部11の内周面との間に相応の隙間が存在している。

【0049】

図8に示すように、第1金属板42の軸方向他方側の面には、円板状の第1圧電素子43が設けられている。第1圧電素子43の中心は、第1軸部41bの中心軸線上に位置している。すなわち、面方向において第1圧電素子43の中心と第1金属板42の中心とが一致している。第1圧電素子43の外径は、第1金属板42の外径よりも小さくなっている。

【0050】

図8に示すように、第1圧電素子43の軸方向他方側の面には、4つの第1電極板44が取り付けられている(図8においては2つのみ図示)。各第1電極板44は、平面視すると中心角が90度の扇型になっている。4つの第1電極板44は、第1圧電素子43の中心を中心とする周方向に並設されていて、4つの第1電極板44全体で略円形状になっている。この実施形態では、第1電極板44に正電圧を印加することにより、第1圧電素子43におけるその第1電極板44と接触している部分が面方向に伸長する。そして、第1電極板44に負電圧を印加することにより第1圧電素子43におけるその第1電極板44と接触している部分が面方向に収縮する。

【0051】

図8に示すように、第1金属板42には、全体として円柱状をなす金属製の第1質量体45が固定されている。第1質量体45の軸方向一方側には、断面円形状の凹部45aが設けられている。凹部45aの軸方向一方側の開口の内径は、第1圧電素子43の外径よりも大きくなっている。第1質量体45は、凹部45aの内側に、第1圧電素子43及び

10

20

30

40

50

第1電極板44が位置するように、軸方向一方側（凹部45a側）の端面が第1金属板42の周縁に固定されている。なお、第1質量体45及び第1金属板42は、一体的に第1振動体として振動する。そして、この第1振動体の共振周波数が所定の共振周波数となるように、第1質量体45の重量や第1金属板42の寸法及び剛性等が設定されている。

【0052】

図8に示すように、第2軸部41cにおける軸方向一方側の端面には、円板状の第2金属板46が固定されている。第2金属板46の中心は、第2軸部41cの中心軸線上に位置している。第2金属板46の外径は、第2軸部41cの外径よりも大きくなっている。また、第2金属板46の外径は、第1金属板42の外径よりも小さくなっている。したがって、第2金属板46の外縁と外殻部11の内周面との間には、相応の隙間が存在している。なお、第2金属板46は、固定部41（第1軸部41b及び第2軸部41c）を介して第1金属板42に連結されている。

10

【0053】

図8に示すように、第2金属板46の軸方向一方側の面には、円板状の第2圧電素子47が設けられている。第2圧電素子47の中心は、第2軸部41cの中心軸線上に位置している。すなわち、面方向において第2圧電素子47の中心と第2金属板46の中心とが一致している。第2圧電素子47の外径は、第2金属板46の外径よりも小さくなっている。

【0054】

図8に示すように、第2圧電素子47の軸方向一方側の面には、4つの第2電極板48が取り付けられている（図8においては2つのみ図示）。各第2電極板48は、平面視すると中心角が90度の扇型になっている。4つの第2電極板48は、第2圧電素子47の中心を中心とする周方向に並設されていて、4つの第2電極板48全体で略円形状になっている。また、各第2電極板48は、周方向において第1電極板44と同一の位置に配置されている。この実施形態では、第2電極板48に正電圧を印加することにより、第2圧電素子47におけるその第2電極板48と接触している部分が面方向に伸長する。そして、第2電極板48に負電圧を印加することにより第2圧電素子47におけるその第2電極板48と接触している部分が面方向に収縮する。

20

【0055】

図8に示すように、第2金属板46には、全体として円柱状をなす金属製の第2質量体49が固定されている。第2質量体49の軸方向他方側には、断面円形状の凹部49aが設けられている。凹部49aの軸方向他方側の開口の内径は、第2圧電素子47の外径よりも大きくなっている。第2質量体49は、凹部49aの内側に、第2圧電素子47及び第2電極板48が位置するように、軸方向他方側（凹部49a側）の端面が第2金属板46の周縁に固定されている。第2質量体49の軸方向の長さ及び外径は、第1質量体45の軸方向の長さ及び外径よりも小さくなっている。この実施形態では、第2質量体49は、第1質量体45の重量の2分の1になっている。なお、第2質量体49及び第2金属板46は、一体的に第2振動体として振動する。そして、この第2振動体の共振周波数が、第1振動体（第1質量体45及び第1金属板42）の共振周波数の2倍の共振周波数となるように、第2質量体49の重量や第2金属板46の寸法及び剛性等が設定されている。

30

40

【0056】

駆動モジュール40における各第1電極板44及び各第2電極板48は、それぞれ図示しない配線により制御モジュール20の制御部22に電気的に接続されている。そして、制御モジュール20の制御部22は、4つの第1電極板44及び4つの第2電極板48に印加する駆動電圧をそれぞれ個別に制御する。すなわち、この実施形態では、制御モジュール20の制御部22が、駆動モジュール40の制御部としての機能を兼ねている。なお、仕切板12、固定部41の円板部41a、第1金属板42及び第2金属板46には、図示しない孔が設けられている。そして、その孔に配線が通されることにより、制御モジュール20の制御部22と第1電極板44及び第2電極板48とが配線で接続されている。

【0057】

50

上記のように構成された第2実施形態のカプセル型内視鏡10の作用、特に駆動モジュール40の駆動態様について説明する。

第2実施形態の制御モジュール20における制御部22は、駆動モジュール40を駆動する際、第1電極板44に「 $A \sin(\omega t)$ 」の駆動電圧を印加する（ただし、「 $A$ 」は零を除く任意の係数、「 $\omega$ 」は角速度、「 $t$ 」は時間。）。また、角速度 $\omega$ は、第1金属板42及び第1質量体45で構成される第1振動体の共振周波数に応じて定められている。すなわち、制御部22は、第1質量体45の共振周波数の周期と同じ周期の正弦波状となるように、第1電極板44に駆動電圧を印加する。また、制御部22は、第2電極板48に「 $A \sin(2\omega t)$ 」の駆動電圧を印加する。なお、第2金属板46及び第2質量体49で構成される第2振動体の共振周波数は、第1振動体の共振周波数の2倍である。したがって、制御部22は、第2振動体の共振周波数の周期と同じ周期であって第1質量体45に印加する正弦波と同じ振幅の正弦波となるように、第2電極板48に駆動電圧を印加する。

10

#### 【0058】

上記のように、制御部22が第1電極板44に正弦波の駆動電圧を印加し始めると、第1金属板42は、その周縁が軸方向一方側に位置するように撓む。その結果、第1質量体45が軸方向一方側へと変位する。その後、制御部22が駆動電圧を正弦波状に上下させるのに伴って、第1質量体45は、軸方向一方側から軸方向他方側への変位に転じ、その後、変位量が零になるという一連の変位の周期を、所定の周期で繰り返す。

#### 【0059】

20

また、制御部22が第2電極板48に正弦波の駆動電圧を印加し始めると、第2金属板46は、その周縁が軸方向他方側に位置するように撓む。その結果、第2質量体49が軸方向他方側へと変位する。その後、制御部22が駆動電圧を正弦波状に上下させるのに伴って、第2質量体49は、軸方向他方側から軸方向一方側への変位に転じ、その後、変位量が零になるという一連の変位の周期を、第1質量体45の変位の周期の2分の1の周期（周波数は2倍）で繰り返す。

#### 【0060】

ここで、第1電極板44に印加される正弦波と第2電極板48に印加される正弦波とは振幅が同じであることから、第1電極板44における変位幅と第2電極板48における変位幅とは略同じである。その一方で、第2質量体49の重量は、第1質量体45の重量の2分の1である。したがって、図9において慣性力Aの曲線で示すように、第1質量体45が変位することによって生じる慣性力の振幅は、図9において慣性力Bの曲線で示すように、第2質量体49が変位することによって生じる慣性力の振幅のおよそ2倍である。

30

#### 【0061】

第2実施形態の駆動モジュール40においては、第1質量体45及び第2質量体49のいずれもが固定部41に固定されている。したがって、第1質量体45及び第2質量体49全体として見た場合の慣性力は、第1質量体45の変位と第2質量体49の変位とを足し合わせた合成慣性力となる。そして、図9において合成慣性力Cの曲線で示すように、この合成慣性力Cは、軸方向一方側のピークP1から軸方向他方側のピークP2にまで至る時間T1よりも、軸方向他方側のピークP2から軸方向一方側のピークP1にまで至る時間T2の方が長い鋸波状である。したがって、この第2実施形態では、第1質量体45及び第2質量体49全体の重心位置が鋸波状に変位する。

40

#### 【0062】

第2実施形態の駆動モジュール40を直進動作モードで駆動させる場合には、制御モジュール20の制御部22は、4つの第1電極板44のすべてに「 $A \sin(\omega t)$ 」の駆動電圧を印加しつつ、4つの第2電極板48のすべてに「 $A \sin(2\omega t)$ 」の駆動電圧を印加する。駆動モジュール40を首振り動作モードで駆動させる場合には、4つの第1電極板44のうちの隣り合う2つの第1電極板44に「 $A \sin(\omega t)$ 」の駆動電圧を印加し、他の2つの第1電極板44に「 $-A \sin(\omega t)$ 」の駆動電圧を印加する。その一方で、4つの第2電極板48のうちの隣り合う2つの第2電極板48に「 $A \sin$

50

( $2\pi t$ )」の駆動電圧を印加し、他の2つの第2電極板48に「 $-A \sin(2\pi t)$ 」の駆動電圧を印加する。

【0063】

駆動モジュール40を旋回動作モードで駆動させる場合には、4つの第1電極板44に、周方向の並列順に、「 $A \sin(\pi t)$ 」、「 $A \sin(\pi t + (\pi/2))$ 」、「 $A \sin(\pi t + \pi)$ 」、「 $A \sin(\pi t + (3\pi/2))$ 」の駆動電圧を印加する。その一方で、4つの第2電極板48に、周方向の並列順に、「 $A \sin(2\pi t)$ 」、「 $A \sin(2(\pi t + (\pi/2)))$ 」、「 $A \sin(2(\pi t + \pi))$ 」、「 $A \sin(2(\pi t + (3\pi/2)))$ 」の駆動電圧を印加する。なお、これら直進動作モード、首振り動作モード及び旋回動作モードにおけるカプセル型内視鏡10の挙動は、上述した第1実施形態と同様であるため、詳しい説明は省略する。

10

【0064】

上記第2実施形態によれば、第1実施形態の効果に加え、以下のような効果を奏することができる。

- ・第2実施形態では、正弦波状の駆動電圧を第1電極板44や第2電極板48に印加することにより、第1質量体45及び第2質量体49全体の重心位置を、鋸波状の駆動電圧を印加したかのように変位させることができる。一般に、例えば図3で示すような鋸波状の駆動電圧を生成するよりは、正弦波状の駆動電圧を生成する方が単純な回路構成で済む。したがって、そのため、比較的単純な回路構成で、第1質量体45及び第2質量体49全体の重心位置を鋸波状に変位させることができる。

20

【0065】

- ・また、第2実施形態では、第1電極板44や第2電極板48に印加する正弦波の振幅を同じにしている。そのため、2つの正弦波状の駆動電圧を生成するにあたって、個別に電圧コンバータを用意する必要がなく、回路構成の簡易化に寄与できる。

【0066】

- ・さらに、第2実施形態では、第1電極板44に印加する正弦波状の駆動電圧の周波数を、第1金属板42及び第1質量体で構成される第1振動体の共振周波数の周期に一致させている。そのため、効率的に第1振動体を振動させることが可能で、エネルギー損失を低下させることができる。この点、第2電極板48に印加する正弦波状の駆動電圧の周波数についても同様で、効率的に第2振動体を振動させることができる。

30

【0067】

上記の各実施形態は、次のように変更できる。

- ・上記第1実施形態では、制御モジュール20の制御部22を駆動モジュール30の制御部としても機能させたが、駆動モジュール30の制御部を、制御モジュール20の制御部22とは別に設けてもよい。

【0068】

- ・第1実施形態の駆動モジュール30において、電極板34の数は複数であれば4つに限らない。例えば、電極板34が2つであっても、直進動作モード及び首振り動作モードで動作可能である。また、電極板34が3つ以上であっても、且つその3つ以上の電極板34が圧電素子33の中心を中心とする周方向に並設されているならば、旋回動作モードで動作可能である。この点、第2実施形態の駆動モジュール40における第1電極板44及び第2電極板48についても同様である。

40

【0069】

- ・第1実施形態の駆動モジュール30において、電極板34の平面視形状は必ずしも扇型でなくてもよい。例えば、多角形状であってもよいし円形であってもよい。ただし、圧電素子33の軸方向他方側の面のうち電極板34によって覆われる部分の面積が大きい方が、効率的に圧電素子33及び金属板32を撓ませることができる。この点、第2実施形態の駆動モジュール40における第1電極板44及び第2電極板48についても同様である。

【0070】

50

・第1実施形態において、圧電素子33に代えて、2枚の圧電素子を積層したものを採用してもよい。この場合、2枚の圧電素子に対して逆極性の駆動電圧を印加するようすれば、撓みの量を大きくすることができる。

【0071】

・第1実施形態の駆動モジュール30において、金属板32に軸部31bが固定されているのであれば固定部31の形状を適宜変更してもよい。例えば、固定部31の円板部31aを省略して、軸部31bを直接的に仕切板12に固定してもよい。この場合、固定部31は軸部31bのみで構成されることになる。また、例えば、円板部31aの外径を外殻部11の内径と略同一にし、円板部31aの外周面を外殻部11の内周面に固定してもよい。この場合、円板部31aは、外殻部11の内部空間を軸方向に仕切ることができるので、仕切板12を省略してもよい。

10

【0072】

・第1実施形態において、質量体35の形状は適宜変更できる。例えば、円環状の質量体35を金属板32の外周縁に沿うように固定してもよい。また、質量体35の材質も金属製に限らない。駆動モジュール30によって動作させようとする物体（外殻部11、仕切板12、及び制御モジュール20）の重量に比して相応の重量を有しているならば、金属製に限らず樹脂製であってもよい。この点、第2実施形態の駆動モジュール40における第1質量体45及び第2質量体49についても同様である。

【0073】

・第2実施形態において、第1質量体45及び第1金属板42で構成される第1振動体の共振周波数と、第2質量体49及び第2金属板46で構成される第2振動体の共振周波数との比は、1:2でなくてもよい。なお、第1振動体の共振周波数と第2振動体の共振周波数との比を1:2でなくした場合、第1振動体及び第2振動体の両方を共振周波数で振動させる（変位させる）ことはできなくなる。とはいえ、例えばバッテリー24の容量に余裕がある等の場合には、第1振動体及び第2振動体の少なくとも一方を共振周波数で振動させることができなくても、弊害は小さい。

20

【0074】

・第2実施形態において、第2質量体49の重量を第1質量体45の重量の2分の1より大きくしてもよい。例えば、第2質量体49の重量を第1質量体45の重量と同じにしてもよい。ただし、第1質量体45及び第2質量体49全体の重心の変位に伴う慣性力を、図9において合成慣性力Cの曲線で示すような鋸波状にするためには、第2質量体49が変位することによる慣性力を第1質量体45が変位することによる慣性力の2分の1以下にする必要がある。そのため、仮に第2質量体49の重量を第1質量体45の重量と同じにするのであれば、例えば電圧コンバータを設けるなどして、第2電極板48に印加する正弦波状の駆動電圧の振幅を、第1電極板44に印加する正弦波状の駆動電圧の振幅の2分の1以下にする必要がある。

30

【0075】

・第1実施形態において、各電極板34に印加する鋸波状の駆動電圧は、図3、図5、及び図7に例示したものに限らない。駆動電圧が最小値 $-V_1$ から最大値 $+V_1$ に上昇するまでの時間と駆動電圧が最大値 $+V_1$ から最小値 $-V_1$ に低下するまでの時間とが等しくないのであれば、電極板34に印加する鋸波状の駆動電圧として採用し得る。例えば、図3、図5、及び図7に示すように、駆動電圧が最大値 $+V_1$ から最小値 $-V_1$ に瞬間的に低下するのではなく、ある程度の時間をかけて低下してもよい。また、駆動電圧が上昇又は低下する際、直線的に電圧が変化するのではなく曲線的に変化してもよい。

40

【0076】

・第1実施形態において、各電極板34に印加する駆動電圧は、鋸波状の駆動電圧に限らない。例えば、正弦波状の駆動電圧など交流駆動電圧であれば、各電極板34に印加する駆動電圧として採用し得る。

【0077】

・第1実施形態において、駆動モジュール30を直進動作モードで動作させる際、4つ

50

すべての電極板 3 4 に駆動電圧を印加しなくてもよい。例えば、4 つの電極板 3 4 のうちの 1 つの電極板 3 4 と、その電極板 3 4 に対して周方向 180° 反対側に位置する電極板 3 4 に駆動電圧を印加してもよい。この点、第 2 実施形態の第 1 電極板 4 4 及び第 2 電極板 4 8 についても同様である。

【0078】

・第 1 実施形態において、駆動モジュール 3 0 を首振り動作モードで動作させる際、1 つの電極板 3 4 に鋸波状の駆動電圧を印加し、他の 3 つの電極板 3 4 のうちの 1 つに逆極性の鋸波状の駆動電圧を印加してもよい。なお、この変更例の場合、4 つの電極板 3 4 のうちの 2 つには駆動電圧が印加されないことになる。この点、第 2 実施形態の第 1 電極板 4 4 及び第 2 電極板 4 8 についても同様である。

10

【0079】

・第 1 実施形態において、駆動モジュール 3 0 を旋回動作モードで動作させる際、4 つの電極板 3 4 に印加される駆動電圧の位相が  $2 / 4$  ずつずれていなくてもよい。これら駆動電圧の位相のずれが均等でなくても、全体として位相がずれているならば、駆動モジュール 3 0 は旋回動作モードで動作し得る。第 2 実施形態の第 1 電極板 4 4 及び第 2 電極板 4 8 についても同様である。また、駆動モジュール 3 0 を旋回動作モードで動作させる際、4 つの電極板 3 4 に、並設順に位相の異なる正弦波状の駆動電圧を印加してもよい。

【0080】

・第 2 実施形態において、駆動モジュール 4 0 を直進動作モードで動作させる際、第 1 電極板 4 4 に「 $A \sin(t)$ 」の駆動電圧を印加しつつ、第 2 電極板 4 8 に「 $A \sin(2t)$ 」の駆動電圧を印加したが、第 2 電極板 4 8 に「 $-A \sin(2t)$ 」の駆動電圧を印加してもよい。この場合でも、第 1 質量体 4 5 及び第 2 質量体 4 9 全体の重心は、鋸波状に変位する。

20

【0081】

・第 1 実施形態及び第 2 実施形態において、直進動作モード、首振り動作モード、及び旋回動作モード以外に他の動作モードがあってもよい。また、必要に応じて、直進動作モード、首振り動作モード及び旋回動作モードのうちのいずれか 1 つを省略してもよい。

【0082】

・複数の圧電素子及び金属板を採用することで、質量体の変位量を増加させることもできる。例えば、図 10 に示す変更例において駆動モジュール 5 0 は、仕切板 1 2 の軸方向他方側の面に、円筒状の固定筒部 5 1 の軸方向一方側の端面が固定されている。固定筒部 5 1 の軸方向他方側の端面には、第 1 金属板 5 2 が取り付けられている。第 1 金属板 5 2 は、円板状になっていて、その外径が固定筒部 5 1 の外径と略同一になっている。第 1 金属板 5 2 の軸方向一方側の面には、円板状の第 1 圧電素子 5 3 が設けられている。第 1 圧電素子 5 3 の中心は、第 1 金属板 5 2 の中心軸線上に位置している。第 1 圧電素子 5 3 の外径は、固定筒部 5 1 の内径よりも小さくなっていて、当該第 1 圧電素子 5 3 が固定筒部 5 1 の内部に収容されたようになっている。第 1 圧電素子 5 3 の軸方向一方側の面には、4 つの第 1 電極板 5 4 が取り付けられている。第 1 金属板 5 2 の軸方向他方側の面には、軸方向他方側へ向かって延びる軸部 5 5 が設けられている。軸部 5 5 の軸方向他方側の端面には、円板状の第 2 金属板 5 6 が設けられている。第 2 金属板 5 6 の外径は、外殻部 1 1 の内径よりも小さく、第 2 金属板 5 6 の外縁と外殻部 1 1 の内周面との間に相応の隙間が存在している。第 2 金属板 5 6 の軸方向他方側の面には、第 2 圧電素子 5 7 が設けられ、この第 2 圧電素子 5 7 の軸方向他方側の面には 4 つの第 2 電極板 5 8 が取り付けられている。また、第 2 金属板 5 6 には、質量体 5 9 が固定されている。なお、第 2 金属板 5 6、第 2 圧電素子 5 7、第 2 電極板 5 8、及び質量体 5 9 の構成は、第 1 実施形態における金属板 3 2、圧電素子 3 3、電極板 3 4、及び質量体 3 5 の構成と同様である。

30

40

【0083】

上記のような構成の駆動モジュール 5 0 において、第 1 電極板 5 4 に負電圧を印加すると、第 1 金属板 5 2 の中央が軸方向他方側に位置するように第 1 金属板 5 2 が撓む。その結果、軸部 5 5、これに固定されている第 2 金属板 5 6 及び質量体 5 9 が軸方向他方側へ

50

と変位する。同時に、第2電極板58に正電圧を印加すると、第2金属板56の周縁が軸方向他方側に位置するように第2金属板56が撓む。その結果、第2金属板56の周縁に固定されている質量体59が軸方向他方側へと変位する。以上のとおり、この変更例では、第1電極板54及び第2電極板58に互いに逆極性の電圧を印加することにより、両者の撓みを加算した分だけ質量体59を変位させることができる。そのため、圧電素子を単独で使用するよりも質量体59を多く変位させることができる。

【0084】

・図10に示す変更例において、第2電極板58に「 $A \sin(t)$ 」の駆動電圧を印加し、第1電極板54に「 $B \sin(t)$ 」を印加するようにしてもよい。このとき、係数「B」を係数「A」の2分の1以下にしたり、係数「B」を係数「A」の2倍以上にしたりすることで、上記第2実施形態と同様に、質量体59を鋸波状に変位させることもできる。

10

【0085】

・カプセル型内視鏡10の外殻部11の形状は、円筒形状でなくてもよい。例えば、四角筒状やその他の多角形筒状であってもよい。また、外殻部11は筒状に限らず、例えば、球状であってもよい。

【0086】

・図11に示すように、カプセル型内視鏡10の外殻部11の外周面に、当該外殻部11の中心軸を中心とする螺旋状に突部11aを設けてもよい。このように突部11aを設けた場合、カプセル型内視鏡10内の駆動モジュール30を直進動作モードで駆動すると、カプセル型内視鏡10が直進するのに伴ってカプセル型内視鏡10が外殻部11の中心軸を中心に回転する。また、カプセル型内視鏡10内の駆動モジュール30を旋回動作モードで駆動すると、カプセル型内視鏡10が旋回するのに伴ってカプセル型内視鏡10が軸方向に移動する。このように、この変更例では、カプセル型内視鏡10は、直進動作と旋回動作とを同時に行う。したがって、直進動作モード及び旋回動作モードのいずれか一方のみが実行可能な駆動モジュールであっても、直進動作及び旋回動作の両方を行うことが可能となる。なお、突部11aに代えて、外殻部11の外周面に螺旋状に溝部を設けても同様の効果が得られる。

20

【0087】

・駆動モジュール30、40、50は、カプセル型内視鏡10の駆動源として適用されるのに限らない。管の内部や物体と物体の間のような比較的狭い通路内を移動する装置の駆動源として、上記各実施形態の駆動モジュールは好適である。

30

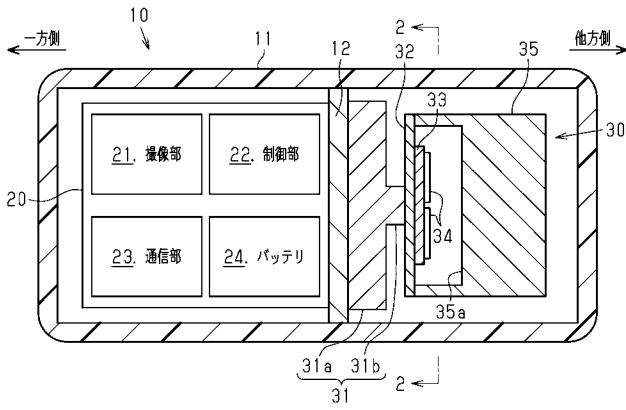
【符号の説明】

【0088】

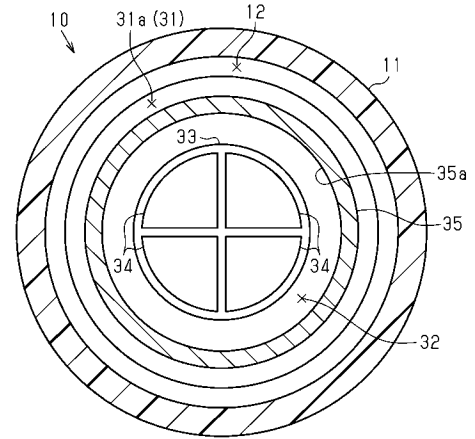
10...カプセル型内視鏡、11...外殻部、12...仕切板、20...制御モジュール、21...撮像部、22...制御部、23...通信部、24...バッテリー、30...駆動モジュール、31...固定部、31a...円板部、31b...軸部、32...金属板、33...圧電素子、34...電極板、35...質量体、35a...凹部、40...駆動モジュール、41...固定部、41a...円板部、41b...第1軸部、41c...第2軸部、42...第1金属板、43...第1圧電素子、44...第1電極板、45...第1質量体、45a...凹部、46...第2金属板、47...第2圧電素子、48...第2電極板、49...第2質量体、49a...凹部、50...駆動モジュール、51...固定筒部、52...第1金属板、53...第1圧電素子、54...第1電極板、55...軸部、56...第2金属板、57...第2圧電素子、58...第2電極板、59...質量体。

40

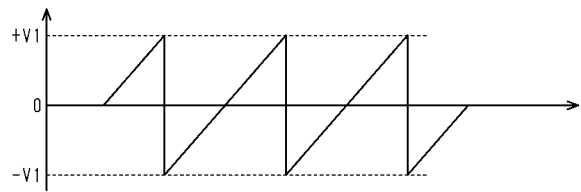
【 図 1 】



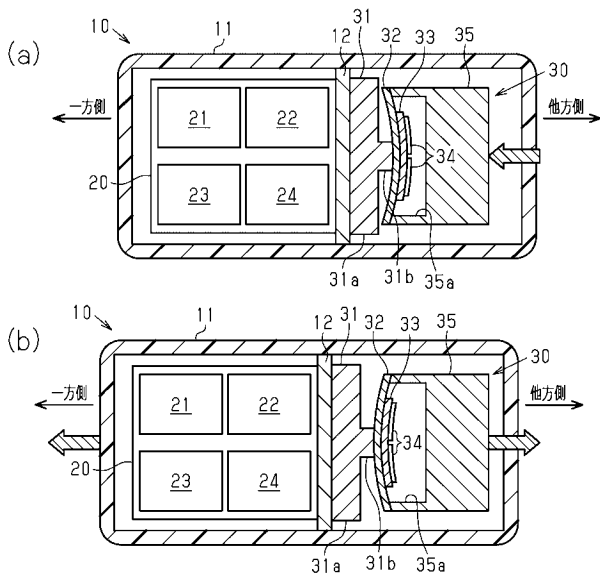
【 図 2 】



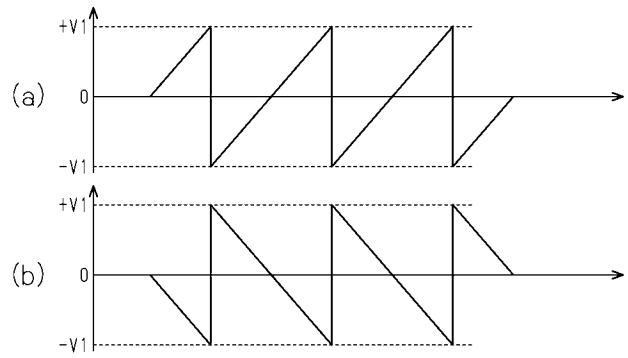
【 図 3 】



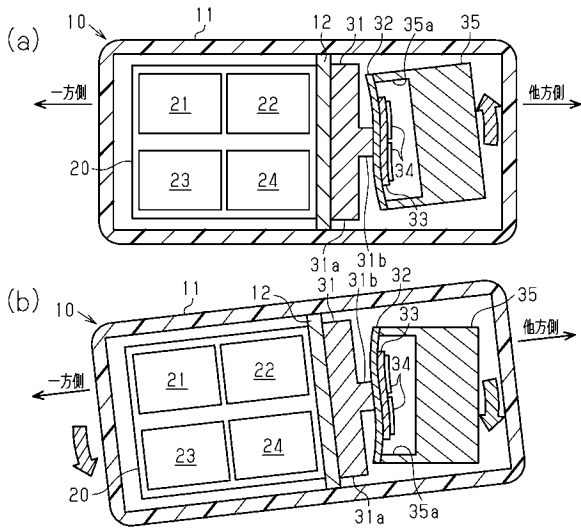
【 図 4 】



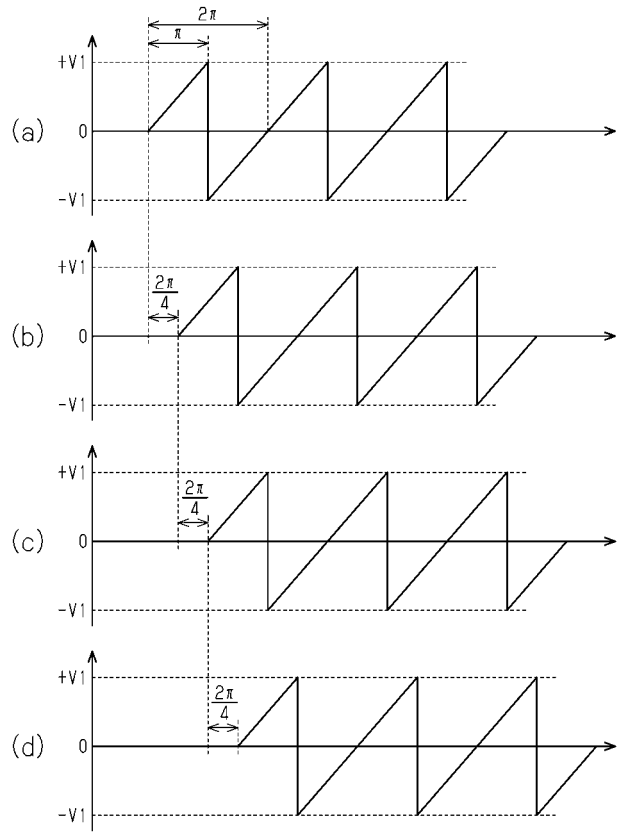
【 図 5 】



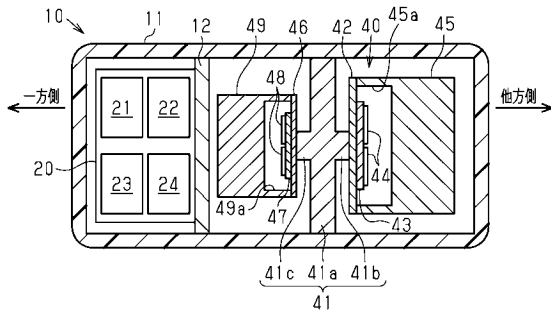
【図6】



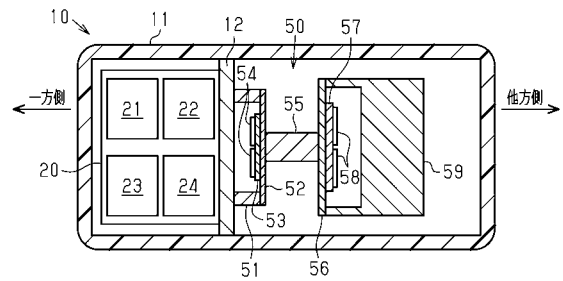
【図7】



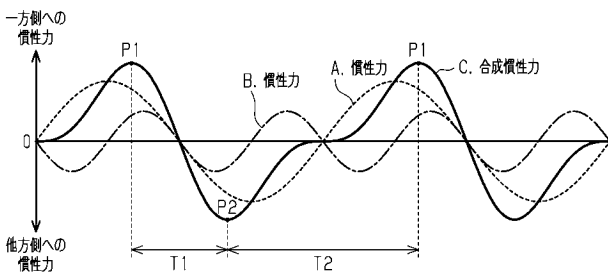
【図8】



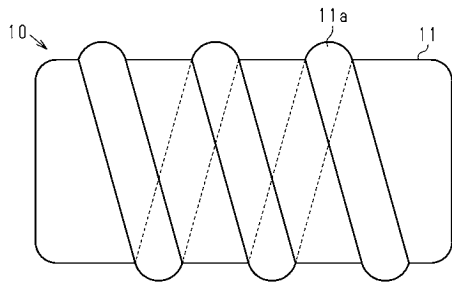
【図10】



【図9】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

**G 0 2 B 23/24 (2006.01)**

F I

G 0 2 B 23/24

A

テーマコード(参考)

专利名称(译)	驱动模块和胶囊内窥镜		
公开(公告)号	<a href="#">JP2018047018A</a>	公开(公告)日	2018-03-29
申请号	JP2016184265	申请日	2016-09-21
[标]申请(专利权)人(译)	有限公司村田生产厂		
申请(专利权)人(译)	村田制造有限公司		
[标]发明人	浅野宏志		
发明人	浅野 宏志		
IPC分类号	A61B1/00 A61B5/07 H01L41/09 H01L41/047 H01L41/04 G02B23/24		
FI分类号	A61B1/00.320.B A61B5/07 H01L41/09 H01L41/047 H01L41/04 G02B23/24.A A61B1/00.C A61B1/00.610		
F-TERM分类号	2H040/DA01 2H040/DA43 2H040/DA55 2H040/GA02 4C038/CC08 4C161/AA01 4C161/AA04 4C161/BB00 4C161/CC06 4C161/DD07		
代理人(译)	昂达诚		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：增加驱动模块启用的操作自由度。驱动模块（30）设置在囊状内窥镜（10）的外壳部分（11）内。驱动模块30的固定部31具有圆盘状的圆盘部31a和从该圆盘部31a的轴向的另一方的轴向另一方突出的轴部31b。在轴部31b的轴向另一侧的端面上固定有圆板状的金属板32。在金属板32的另一个轴向侧面设置有圆盘状的压电元件33。多个电极板34安装在压电元件33的另一个轴向侧面上。质量体35被固定到金属板32。控制模块20的控制单元22可以单独控制施加到每个电极板34的驱动电压。

