

(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2006-64465

(P2006-64465A)

(43) 公開日 平成18年3月9日(2006.3.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G01L 5/16 (2006.01)</b>	G01L 5/16	2F049
<b>A61B 1/00 (2006.01)</b>	A61B 1/00 3OOD	2F051
<b>A61M 25/00 (2006.01)</b>	A61B 1/00 3OOP	4C061
<b>G01L 1/22 (2006.01)</b>	A61M 25/00 314	4C167
	G01L 1/22 M	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)		

(21) 出願番号 特願2004-245544 (P2004-245544)

(22) 出願日 平成16年8月25日 (2004.8.25)

(出願人による申告) 平成15年度、経済産業省、地域新生コンソーシアム「マイクロファイバ・エネルギー伝送型先進的治療システムの開発」産業活力特別措置法第30条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 301021533

独立行政法人産業技術総合研究所  
東京都千代田区霞が関1-3-1

(72) 発明者 飯島 高志

茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

(72) 発明者 伊藤 佐千子

茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

(72) 発明者 田中 真美

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉04 東北大学内

(72) 発明者 長南 征二

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉04 東北大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元抗力センサ

## (57) 【要約】

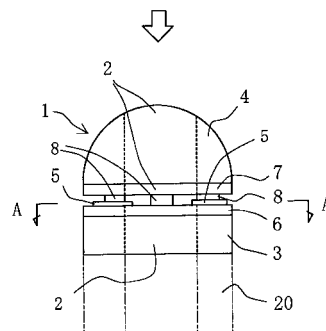
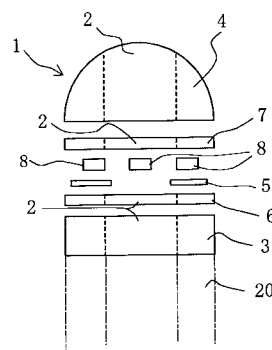
【課題】本発明は、内視鏡やカテーテルの作業を考慮して内視鏡又はカテーテル等の先端と整合して中央に鉗子等が装入できる大きいセンターホールを有するとともに、カテーテル先端部と体内壁との接触力やカテーテル先端部等の全方位姿勢の計測が可能な3次元抗力センサを提供することを目的とする。

【解決手段】本発明の3次元抗力センサは、内視鏡又はカテーテル等の先端に搭載するのに適したセンターホールを備えた3次元抗力センサにおいて、絶縁膜上に薄層抵抗材料から形成してなるひずみゲージをセンターホールの周囲に等間隔で3個以上配置してなることを特徴としている。

また、本発明の3次元抗力センサは、絶縁膜をポリイミド箔で形成することを特徴としている。

また、本発明の3次元抗力センサは、ひずみゲージを弾性薄板上に形成することを特徴としている。

また、本発明の3次元抗力センサは、ひずみゲージの上面に半球状の弾性体を装着することを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内視鏡又はカテーテル等の先端に搭載するのに適したセンターホールを備えた 3 次元抗力センサにおいて、絶縁膜上に薄層抵抗材料から形成してなるひずみゲージをセンターホールの周囲に等間隔で 3 個以上配置してなることを特徴とする 3 次元抗力センサ。

## 【請求項 2】

絶縁膜をポリイミド箔で形成することを特徴とする請求項 1 記載の 3 次元抗力センサ。

## 【請求項 3】

ひずみゲージを弾性薄板上に形成することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の 3 次元抗力センサ。

10

## 【請求項 4】

ひずみゲージの上面に半球状の弾性体を装着することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の 3 次元抗力センサ。

## 【請求項 5】

内視鏡又はカテーテル等の先端に搭載するのに適したセンターホールを備えた 3 次元抗力センサにおいて、内視鏡又はカテーテル等に接する側には弾性部材からなりセンターホールを有する基体を備え、該基体上面に貼り付けられたセンターホールを有する弾性薄板上に、絶縁膜上に薄層抵抗材料から形成してなるひずみゲージをセンターホールの周囲に等間隔で 3 個以上配置し、ひずみゲージの間に配したひずみゲージの厚さよりも厚い弾性薄板を介して基体上面の弾性薄板とひずみゲージの上方に位置する半球状の弾性体の下面に貼り付けられた弾性薄板とを接続してなることを特徴とする 3 次元抗力センサ。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、内視鏡又はカテーテルの先端に搭載するのに適したセンターホールを備えた 3 次元抗力センサに関し、特に、体内壁とセンサの接触力及び接触力の方向の計測が可能な 3 次元抗力センサに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

現在、患者への負担を低減可能とする低侵襲・無侵襲治療が注目されており、その代表的な医療機器として体内管腔部で使用されるカテーテルや内視鏡がある。これらの機器は管腔部の複雑形状の下では使用が困難な場合が多く、そのため先端が体内構造に合わせて自由に変形する能動カテーテル（例えば、非特許文献 1 参照。）、及び、体内挿入中にリアルタイムで血圧を測定する光ファイバ圧力センサ（例えば、非特許文献 2 参照。）が開発されている。

30

また、内視鏡を挿入する際の押し込む力を測定する機器（例えば、非特許文献 3 参照。）、及び、挿入特性に大きく関わる内視鏡自体の曲げこわさについても研究がなされている（例えば、非特許文献 4 参照。）。

【非特許文献 1】郭書詳ら、能動カテーテルシステムに関する研究・他自由度カテーテルの構造、実験結果と動作特性の評価、日本ロボット学会誌 1996、820-835

40

【非特許文献 2】J. A. Wehrmeyerら、Colonoscope flexural rigidity measurement Medical & Biological Engineering & Computing、July 1998、475-479

【非特許文献 3】C. A. Mosseら、Device for measuring the forces exerted on the shaft of an endoscope during colonoscopy、Medical & Biological Engineering & Computing、March 1998、186-190

【非特許文献 4】芳賀ら、カテーテル搭載用光ファイバ圧力センサ 計測と制御第 39 巻第 4 号 2000、292-295

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

50

カテーテルや内視鏡は使用に際して常に体内を過剰に刺激する危険性を有しているため、医師が安全に且つ迅速に治療を行なう上で体内でのカテーテルの状況を知ることが重要である。しかしながら現在のところ、医師がカテーテルの体内状況を知ることができる情報としては、カテーテル操作中に医師が感じるカテーテル根元における手応えとしての力情報と、カテーテル先端部からの体内管腔部画像により得られる視覚的情報が主であり、これらの情報のみではカテーテルを安全に操作するのは一般に困難である。そこで、カテーテル先端部と体内壁との接触力やカテーテル先端部の全方位姿勢を計測するセンサの開発が進められているが、これらのセンサはカテーテル先端に取り付けられるため、治療用鉗子等の作業の妨げとなるおそれがあり、診断と治療が同時に行なえるカテーテルの利点を十分に活かすことが出来なかった。

10

#### 【0004】

本発明は、内視鏡やカテーテルの作業を考慮して内視鏡又はカテーテル等の先端と整合して中央に鉗子等が装入できる大きいセンターホールを有するとともに、カテーテル先端部と体内壁との接触力やカテーテル先端部等の全方位姿勢の計測が可能な3次元抗力センサを提供することを目的とするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0005】

上記目的を達成するため本発明の3次元抗力センサは、内視鏡又はカテーテル等の先端に搭載するのに適したセンターホールを備えた3次元抗力センサにおいて、絶縁膜上に薄層抵抗材料から形成してなるひずみゲージをセンターホールの周囲に等間隔で3個以上配置してなることを特徴としている。

20

また、本発明の3次元抗力センサは、絶縁膜をポリイミド箔で形成することを特徴としている。

また、本発明の3次元抗力センサは、ひずみゲージを弾性薄板上に形成することを特徴としている。

また、本発明の3次元抗力センサは、ひずみゲージの上面に半球状の弾性体を装着することを特徴としている。

また、本発明の3次元抗力センサは、内視鏡又はカテーテル等の先端に搭載するのに適したセンターホールを備えた3次元抗力センサにおいて、内視鏡又はカテーテル等に接する側には弾性部材からなりセンターホールを有する基体を備え、該基体上面に貼り付けられたセンターホールを有する弾性薄板上に、絶縁膜上に薄層抵抗材料から形成してなるひずみゲージをセンターホールの周囲に等間隔で3個以上配置し、ひずみゲージの間に配したひずみゲージの厚さよりも厚い弾性薄板を介して基体上面の弾性薄板とひずみゲージの上方に位置する半球状の弾性体の下面に貼り付けられた弾性薄板とを接続してなることを特徴としている。

30

#### 【発明の効果】

#### 【0006】

本発明の3次元抗力センサは、以下のような優れた効果を奏する。

(1) 中央に鉗子等が装入できる大きいセンターホールを有することにより、内視鏡又はカテーテル等の先端に装着した場合にも、治療用鉗子等の作業の妨げとなる恐れがないため、診断と治療が同時に行なえる。

40

(2) ひずみゲージをセンターホールの周囲に等間隔で3個以上設けることにより、全方位姿勢の計測が可能になる。

(3) ひずみゲージを弾性薄板に貼り付けることにより、精度の良い計測ができる。

(4) ひずみゲージの上面に半球状の弾性体を装着することにより、診断又は治療の対象となる人体等の損傷を防止することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0007】

本発明に係る3次元抗力センサを実施するための最良の形態を実施例に基づいて図面を参照して以下に説明する。

50

## 【実施例】

## 【0008】

図1は、3次元抗力センサの正面図を、また、図2は、図1のA-A断面図を示したものである。なお、図1の上方の図は各部材を説明するため、組み立て前の状態を示しており、また、図1の下方の図は組み立て後の状態を示している。

図1において、3次元抗力センサ1は、内視鏡又はカテーテル20等の先端に搭載するのに適したものであって、内視鏡又はカテーテル20等の中央に形成された鉗子等が装入できる大きいセンターホールと整合するセンターホール2を備えている。本例においては、センターホール2の径は約8～12mmである。

内視鏡又はカテーテル20に接する側には、ゴム等の弾性材からなりセンターホール2を有する基体3を備え、基体3の上面にはセンターホール2を有する弾性薄板6が貼り付けられている。また、3次元抗力センサ1の先端側には、ゴム等の弾性材からなりセンターホール2を有する半球状の先端部材4を備え、先端部材4の底面には弾性薄板7が貼り付けられている。

## 【0009】

図2に示すように、ひずみゲージ5は、センターホール2を中心にしてその周囲に等間隔で3個以上形成されるものであり、図2においては、ひずみゲージ5は120°間隔で3つのひずみゲージパターンを設けた一体型で作製され、これを基体3上面の弾性薄板6に接着剤を用いて貼り付けることで、それらの変形により先端に加わる力および方向を計測可能とする。

先端部材4は、ひずみゲージ5へ加わる力の伝達に影響を与えない硬度を持っており、先端部材4を経由して伝わった接触力によりひずみゲージ5の抵抗が変化し、抵抗変化をホイートストンブリッジならびに動ひずみアンプを用いて電気信号に変換することにより3軸方向の力を検出する。その際、ひずみゲージ5が貼り付けられた基体3上面の弾性薄板6及び先端部材4の底面の弾性薄板7により、ひずみが伝わりやすくなっている。弾性薄板6及び弾性薄板7の間には、小円形の3つの弾性薄板8が120°間隔で3つのひずみゲージパターンの間に等間隔で配置され、上下の弾性薄板に接着等により固定されている。弾性薄板8の厚さはひずみゲージ5の厚さよりも厚くなっており、先端部材4に作用する荷重は、その底面の弾性薄板7及び小円形の弾性薄板8を経由して基体3上面の弾性薄板6に作用し、該弾性薄板6に貼り付けられた3つのひずみゲージパターンに作用するようになっている。

弾性薄板6、7及び8の材料としては、例えば、銅板のような弾性を備えているものが望ましい。

また、基体3、弾性薄板6、弾性薄板7及び先端部材4に、予めセンターホール2を形成するように準備しておき、これらの部品を組み立てることによりセンターホール2を形成する。

## 【0010】

次に、上記したひずみゲージパターンの作成プロセスの例を説明する。

図3は、リフトオフ法を用いてポリイミド箔上に作製したひずみゲージの作製プロセスを示したものである。

まず、ポリイミド箔上にレジストを塗布する(図3(a))。

次に、パターンニングを行い、パターン形成する(図3(b))。

その後、Cu-Cr合金ターゲットを用い、スパッタ法によりCu-Cr合金膜をレジスト上に一様に形成する(図3(c))。

続いて、アセトン中でレジストと不用なCu-Cr合金膜を除去し、目的のパターンを得る(図3(d))。

なお、合金膜をレジスト上に形成する手段としては、スパッタ法に限らず、蒸着法等でも良く、その際の材料としてはNi-Cr等、ひずみにより抵抗が変化する抵抗材料であれば良い。

## 【0011】

図 4 は、ポリイミド箔上に作製した一体型ひずみゲージを示したものである。

この例では、ポリイミド箔上にパターンを形成したが、ポリイミド箔に限らず他のポリマー、 $\text{SiO}_2$  膜等、絶縁膜であれば良い。また、ひずみゲージのパターンが形成できる手法であれば、リソグラフィ以外、印刷法でも良い。さらに、弾性薄板 6 上に絶縁膜を形成し、その上にひずみゲージパターンを作製し、弾性薄板 - 絶縁膜 - ひずみゲージを一体としても良い。

#### 【0012】

先端部材 4 を経由して伝わった接触力によりひずみゲージ 5 の抵抗変化をホイートストンブリッジ及び動ひずみアンプを用いて電気信号に変換することにより 3 軸方向の力を検出する手法について、図 5 に基づいて説明する。

10

センターホール 2 を中心にしてその周囲に  $120^\circ$  間隔で 3 つのひずみゲージパターンを設けた一体型のひずみゲージ 5 の各ゲージ自体は抵抗体であり、3 次元抗力センサが対象物と接触することにより、ひずみゲージ I~III は変形し、各々のその抵抗の大きさは微小であるが変化する。この抵抗変化をブリッジボックスを通すことにより、差動電圧として得ることが可能となる。この差動電圧は微小であるため、動ひずみアンプを用いて増幅することが必要となり、得られる各電圧値を用いコンピュータによる計算処理を行うことにより、加重  $p$  および角度、を求めることができる。

#### 【0013】

図 6 及び図 7 は、接触状態の荷重  $p$  及び角度、を求める際の角度、の関係を示すものであり、図 6 は正面図、図 7 は平面図である。

20

今、図 6 及び図 7 に示すように、実験条件として対象面と 3 次元抗力センサ 1 は面接触とし、荷重  $P$  は面接触の垂直方向から加わるように設置する。

対象面が 3 次元抗力センサ 1 に対してある角度で接触する場合はセンサを横から見たときの垂直線からの角度を、真上から見たときのゲージを基準とした角度をと定義することで、対象面の接触位置を表すことが可能である。

以下に荷重  $p$  (N)、角度 (deg)、及び角度 (deg) をそれぞれ変化させて 3 次元抗力センサ 1 の出力を測定し、その特性を調べることとする。

3 つのゲージから得られる出力電圧はそれぞれ  $120^\circ$  に近い位相差を持った正弦波形で近似でき、荷重  $p$  とは正弦波の振幅に比例していることが分かっている。よって、各センサからの出力と対象物との接触荷重  $p$  と接触角度 および の関係は、実験的に求めた補正值である、振幅係数  $A_i$ 、位相  $\phi_i$ 、平均出力を  $B_i$  の値を用いて以下のように表せる。

30

$$Y_i = A_i p \cos(\theta + \phi_i) + B_i p$$

$$i = 1 \sim 3$$

#### 【0014】

上記の式を連立して解くことにより  $p$  と接触角度 および を求めることができる。

なお、計算は以下の手順の通りである。

$$Q_1 = A_3 B_1 B_2 \{ B_3 (B_2 Y_1 - B_1 Y_2) + B_2 (B_1 Y_3 - B_3 Y_1) \}$$

$$Q_2 = A_1 B_2 B_3 \{ B_3 (B_2 Y_1 - B_1 Y_2) + B_2 (B_1 Y_3 - B_3 Y_1) \}$$

$$Q_3 = A_2 B_1 B_3 \{ B_3 (B_2 Y_1 - B_1 Y_2) + B_1 (B_3 Y_2 - B_2 Y_3) \}$$

$$Q_4 = A_3 B_1 B_2 \{ B_3 (B_2 Y_1 - B_1 Y_2) + B_1 (B_3 Y_2 - B_2 Y_3) \}$$

$$D = Q_4 \cos \theta_3 - Q_3 \cos \theta_2 - Q_2 \cos \theta_1 + Q_1 \cos \theta_3$$

$$E = Q_1 \sin \theta_3 - Q_2 \sin \theta_1 - Q_3 \sin \theta_2 + Q_4 \sin \theta_3$$

40

とすると、

$$\theta = \arctan \{ Q_4 \cos \theta_3 - Q_3 \cos \theta_2 - Q_2 \cos \theta_1 + Q_1 \cos \theta_3 / Q_1 \sin \theta_3 - Q_2 \sin \theta_1 - Q_3 \sin \theta_2 + Q_4 \sin \theta_3 \}$$

$$E < 0 \text{ のとき、} \quad \theta = +180^\circ$$

$$D < 0, E > 0 \text{ のとき、} \quad \theta = +360^\circ$$

$$\text{それ以外のとき、} \quad \theta =$$

50

求めた  $\theta$  を用い、 $p$ 、 $\phi$  を求めると、  

$$p = A_2 Y_1 \cos(\theta + \alpha_2) - A_1 Y_2 \cos(\theta + \alpha_1) / A_2 B_1 \cos(\theta + \alpha_2) - A_1 B_2 \cos(\theta + \alpha_1)$$

$$= Y_1 - B_1 p / A_1 p \cos(\theta + \alpha_1)$$

【0015】

以上のようにセンサ出力より連立方程式を解くことにより、接触条件  $p$ 、 $\phi$  および  $\theta$  を求めることが可能である。

そこで図6及び図7に示した方法で精度確認実験を行なった。実験方法は上記の特性測定と同様に行い、センサ出力から実験設定値を上記式から求め、設定値との誤差を求めた。得られた結果を表1に示す。結果より、誤差を伴うものの全てのセンサで荷重、角度の情報を特定することが可能であることが確認された。

10

【表1】

表1 精度確認実験結果

$\theta$ 誤差 (%)	$p$ 誤差 (%)	$\phi$ 誤差 (%)
1.09	12.50	3.75

【図面の簡単な説明】

【0016】

20

【図1】本発明の実施の形態に係る3次元抗力センサの正面図である。

【図2】図1のA-A矢視図である。

【図3】本発明の実施の形態に係るリフトオフ法を用いてポリイミド箔上に作製したひずみゲージの作製プロセスを示したものである。

【図4】本発明の実施の形態に係るポリイミド箔上に作製した一体型ひずみゲージを示したものである。

【図5】ひずみゲージの抵抗変化をホイートストンブリッジ及び動ひずみアンプを用いて電気信号に変換することにより3軸方向の力を検出する手法を説明した図である。

【図6】本発明の実施の形態に係る接触状態の荷重  $p$  及び角度  $\theta$ 、 $\phi$  を求める際の角度  $\theta$ 、 $\phi$  の関係を示す正面図である。

30

【図7】本発明の実施の形態に係る接触状態の荷重  $p$  及び角度  $\theta$ 、 $\phi$  を求める際の角度  $\theta$ 、 $\phi$  の関係を示す平面図である。

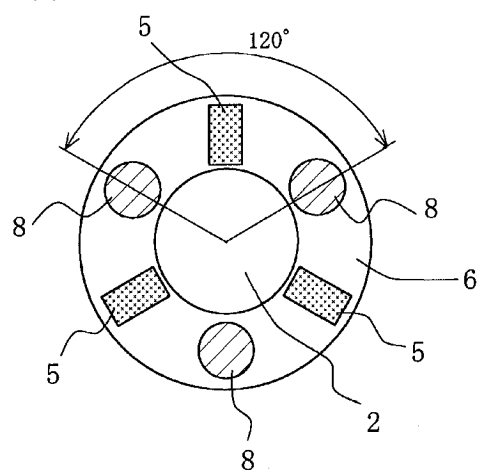
【符号の説明】

【0017】

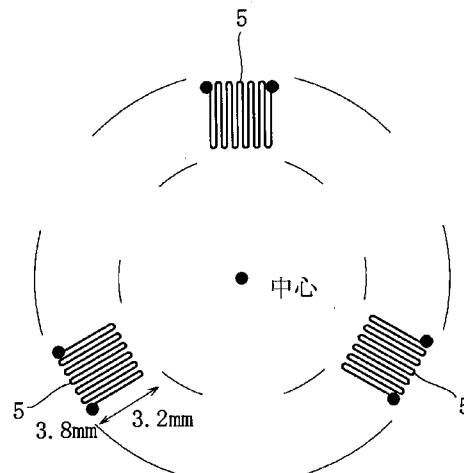
- 1 3次元抗力センサ
- 2 センターホール
- 3 基体
- 4 先端部材
- 5 ひずみゲージ
- 6 弾性薄板
- 7 弾性薄板
- 8 小円形弾性薄板

40

【圖 2】



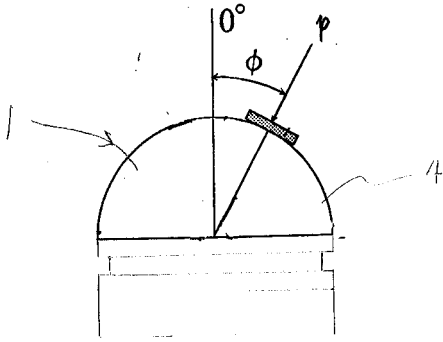
【 图 4 】



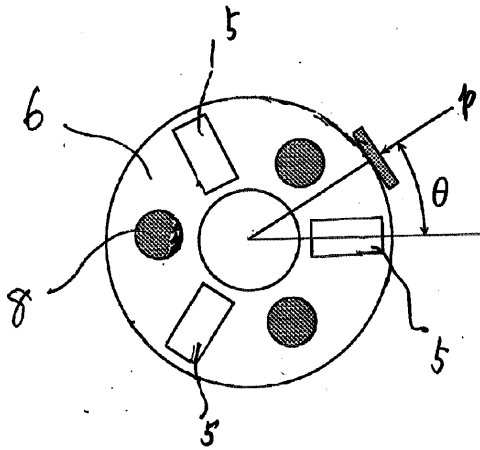
```

graph LR
    S[センサ] --- G1[ひずみゲージ (I)]
    S --- G2[ひずみゲージ (II)]
    S --- G3[ひずみゲージ (III)]
    G1 --- B1[ブリッジボックス (I)]
    G2 --- B2[ブリッジボックス (II)]
    G3 --- B3[ブリッジボックス (III)]
    B1 --- A1[動ひずみアンプ (I)]
    B2 --- A2[動ひずみアンプ (II)]
    B3 --- A3[動ひずみアンプ (III)]
    A1 --- PC[PC (計算)]
    A2 --- PC
    A3 --- PC
    PC --- P[荷重 P、角度 φ、θ]
  
```

【図 6】



【図 7】





---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2F049 CA07 DA04  
2F051 AA17 AB09 BA07 DA03  
4C061 FF35 HH51 JJ11  
4C167 AA32 AA77 BB02 EE01 FF01 HH08 HH22

【要約の続き】

【選択図】 図 1

专利名称(译)	三维拖曳传感器		
公开(公告)号	<a href="#">JP2006064465A</a>	公开(公告)日	2006-03-09
申请号	JP2004245544	申请日	2004-08-25
申请(专利权)人(译)	先进工业科学和技术研究院		
[标]发明人	飯島高志 伊藤佐千子 田中真美 長南征二		
发明人	飯島 高志 伊藤 佐千子 田中 真美 長南 征二		
IPC分类号	G01L5/16 A61B1/00 A61M25/00 G01L1/22		
FI分类号	G01L5/16 A61B1/00.300.D A61B1/00.300.P A61M25/00.314 G01L1/22.M A61B1/00.550 A61B1/00.554 A61B1/00.715 A61B1/018.511 A61M25/00.530		
F-TERM分类号	2F049/CA07 2F049/DA04 2F051/AA17 2F051/AB09 2F051/BA07 2F051/DA03 4C061/FF35 4C061/HH51 4C061/JJ11 4C167/AA32 4C167/AA77 4C167/BB02 4C167/EE01 4C167/FF01 4C167/HH08 4C167/HH22 4C161/FF35 4C161/HH51 4C161/JJ11 4C267/AA32 4C267/AA77 4C267/BB02 4C267/EE01 4C267/FF01 4C267/HH08 4C267/HH22		
其他公开文献	JP4350004B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

解决的问题：考虑到内窥镜或导管的工作，提供一个大的中心孔，以便将镊子等插入与中心镜或导管的尖端对齐的中心，并提供导管的远端部分和体内。本发明的目的是提供一种三维拖曳传感器，其能够测量与壁的接触力和诸如导管的尖端的全向姿势。本发明的三维阻力传感器是具有适合于安装在内窥镜，导管等的顶端上的中心孔的三维阻力传感器，并且由薄电阻材料形成在绝缘膜上。其特征在于，在中心孔周围以相等的间隔布置三个或更多个应变仪。此外，本发明的三维阻力传感器的特征在于，绝缘膜由聚酰亚胺箔形成。此外，本发明的三维阻力传感器的特征在于，应变仪形成在弹性薄板上。此外，本发明的三维阻力传感器的特征在于，半球形弹性体安装在应变仪的上表面上。[选型图]图1

