

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 6 部門第 1 区分
 【発行日】平成 18 年 3 月 23 日 (2006.3.23)

【公開番号】特開 2000-230872(P2000-230872A)
 【公開日】平成 12 年 8 月 22 日 (2000.8.22)
 【出願番号】特願 平 11-34064
 【国際特許分類】

G 0 1 L 1/16 (2006.01)

H 0 1 L 41/08 (2006.01)

【F I】

G 0 1 L 1/16 B

H 0 1 L 41/08 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 2 月 6 日 (2006.2.6)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】ケーブル状圧力センサおよび圧力検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】芯電極と、前記芯電極の周囲に配置された可撓性圧電体と、前記可撓性圧電体の表面に配置された第 1 可撓性外電極および第 2 可撓性外電極とを備えたケーブル状圧力センサ。

【請求項 2】芯電極と、前記芯電極の周囲に配置された可撓性圧電体と、前記可撓性圧電体の表面に配置された第 1 可撓性外電極および第 2 可撓性外電極を含むケーブル状圧力センサと、前記芯電極と前記第 1 可撓性外電極に接続された第 1 振動電圧検出手段と、前記芯電極と前記第 2 可撓性外電極に接続された第 2 振動電圧検出手段を備えた圧力検出装置。

【請求項 3】芯電極と、前記芯電極の周囲に配置された可撓性圧電体と、前記可撓性圧電体の表面に配置された第 1 可撓性外電極および第 2 可撓性外電極を含むケーブル状圧力センサと、前記芯電極と前記第 1 可撓性外電極に接続された静電容量検出手段と、前記芯電極と前記第 2 可撓性外電極に接続された振動電圧検出手段を備えた圧力検出装置。

【請求項 4】静電容量検出手段に、静電容量の温度特性に基づき静電容量を温度に算出する温度算出手段を接続した請求項 3 記載の圧力検出装置。

【請求項 5】芯電極と、前記芯電極の周囲に配置された可撓性圧電体と、前記可撓性圧電体の表面に配置された第 1 可撓性外電極および第 2 可撓性外電極を含むケーブル状圧力センサと、芯電極と前記第 1 可撓性外電極に接続された静電容量検出手段および第 1 振動電圧検出手段と、芯電極と前記第 2 可撓性外電極に接続された第 2 振動電圧検出手段を備えた圧力検出装置。

【請求項 6】静電容量検出手段に用いられる検出周波数は、振動電圧検出手段で得られる振動周波数と異なる請求項 5 記載の圧力検出装置。

【請求項 7】静電容量検出手段に用いられる検出周波数は、振動電圧検出手段で得られる振動周波数よりも高周波数である請求項 6 記載の圧力検出装置。

【請求項 8】芯電極と、前記芯電極の周囲に配置された可撓性圧電体と、前記可撓性圧電体の表面に配置された第 1 可撓性外電極および第 2 可撓性外電極を含むケーブル状圧力センサと、芯電極と前記第 1 可撓性外電極に接続された第 1 濾波部および第 2 濾波部と、

前記第 1 濾波部に接続された静電容量検出手段と、前記第 2 濾波部に接続された第 1 振動電圧検出手段と、芯電極と前記第 2 可撓性外電極に接続された第 2 振動電圧検出手段を備えた請求項 6 記載の圧力検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はケーブル圧力センサおよび圧力検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種のケーブル状圧力センサは以下のようなものであった。

【0003】

特開昭 62 - 230071 号公報では図 10 に示すように、線状導電材 1 と導電ゴム 2 とから構成された芯電極 3 の周囲に可撓性圧電体 4 を配置し、その周囲に可撓性外電極 5 を配置し、さらにその周囲に熱収縮チューブから成る外皮 6 を被覆して成るケーブル状圧力センサが開示されている。可撓性圧電体 4 として、合成ゴムや合成樹脂の中にチタン酸鉛などのセラミック圧電体粉末を添加した複合体あるいはピニリデンフルオロライド (VDF) / トリフルオロエチレン (TrFE) 共重合体系などの圧電性高分子が用いられる。また、可撓性外電極 5 として、アルミニウム箔や塗装法による銀系導電性塗膜が用いられる。6 は外皮、7 は振動電圧検出手段である。

【0004】

類似のケーブル状圧力センサが特開平 3 - 259577 号公報にも開示されている。この公報では、可撓性圧電体 4 として、ポリエチレン、ポリプロピレンや塩化ビニールなどの樹脂の中にチタン酸鉛などのセラミック圧電体粉末を添加した複合体が開示されている。可撓性外電極 5 として、無電解メッキ法によるニッケル膜や銅膜、および蒸着法によるアルミニウム膜や銀膜が開示されている。

【0005】

上記ケーブル状圧力センサの一部あるいは全面に時間的に変化する圧力が印加されたとき、その部分の圧力センサに生じる加速度に応じた振動電圧が芯電極 3 と外電極 5 間に誘起される。この振動電圧を振動電圧検出手段 7 で検出することにより、時間的に変化する圧力を検出していた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のケーブル状圧力センサでは、ケーブル状圧力センサの一部に時間的に変化する圧力が印加されたとき、ケーブル状圧力センサのどの位置に圧力が印加されたかを検出できなかった。ケーブル状圧力センサの一部に圧力が印加されたとき、その部分に電荷 (Q) が誘起されるが、この電荷は芯電極 3 と可撓性外電極 5 の静電容量 (C) に蓄えられるので、振動電圧 ($V_d = Q / C$) が振動電圧検出手段 7 により検出される。静電容量 (C) は芯電極 3 と可撓性外電極 5 の対向する全体の長さで決まり、圧力の印加された部分の位置や長さに依存しない。従って、圧力の印加された位置を検出できない。

【0007】

また、従来のケーブル状圧力センサでは、時間的に変化する圧力を検出できるが、温度を検出できないという課題も有していた。可撓性圧電体 4 として前述した複合体を用いても、高分子を用いても、その最高使用温度は (80 ~ 120) 程度である。可撓性圧電体 4 が最高使用温度以上に曝された場合、その圧電性能が劣化する。従って、可撓性圧電体 4 の使用に当たっては十分な温度管理を必要とするが、従来のケーブル状圧力センサでは、温度センサを別途に準備する必要があるので、(1) 複雑な構成になる、(2) 温度センサで検出される温度は必ずしも可撓性圧電体 4 の温度と一致しないなどの課題があった。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するために、芯電極と、前記芯電極の周囲に配置された可撓性圧電体と、前記可撓性圧電体の表面に配置された第1可撓性外電極および第2可撓性外電極とを備えたケーブル状圧力センサとしたものである。

【0009】

上記発明によれば、芯電極と第1可撓性外電極間（第1感応部）に圧力が印加されたとき、芯電極と第1可撓性外電極間に振動電圧が誘起されるが、芯電極と第2可撓性外電極間（第2感応部）には誘起されない。従って、第1感応部と第2感応部でそれぞれ独立して圧力信号を誘起できるので、圧力の印加された部分がどちらの部分であるかを特定できる。

【0010】

また、第1感応部で可撓性圧電体の静電容量を検出することもできるので、静電容量の温度依存性から可撓性圧電体の温度を検出できる。従って、温度センサを特別に準備する必要がない。このとき第2感応部で振動電圧を同時に検出できるので、圧力もまた検出できる。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項1にかかるケーブル状圧力センサは、芯電極と、前記芯電極の周囲に配置された可撓性圧電体と、前記可撓性圧電体の表面に配置された第1可撓性外電極および第2可撓性外電極とを備えたものである。

【0012】

芯電極と第1可撓性外電極間（第1感応部）に圧力が印加されたとき、芯電極と第1可撓性外電極間に振動電圧が誘起されるが、芯電極と第2可撓性外電極間（第2感応部）には誘起されない。また、その逆も成り立つ。従って、第1感応部と第2感応部でそれぞれ独立して圧力信号を誘起できるので、圧力の印加された部分がどちらの部分であるかを特定できる。

【0013】

また、第1感応部で可撓性圧電体の静電容量を検出することもできるので、静電容量の温度依存性から可撓性圧電体の温度を検出できる。従って、温度センサを特別に準備する必要がない。このとき第2感応部で振動電圧を同時に検出できるので、圧力もまた検出できる。

【0014】

本発明の請求項2にかかる圧力検出装置は、芯電極と、前記芯電極の周囲に配置された可撓性圧電体と、前記可撓性圧電体の表面に配置された第1可撓性外電極および第2可撓性外電極を含むケーブル状圧力センサと、前記芯電極と前記第1可撓性外電極に接続された第1振動電圧検出手段と、前記芯電極と前記第2可撓性外電極に接続された第2振動電圧検出手段を備えたものである。

【0015】

芯電極と第1可撓性外電極間（第1感応部）に圧力が印加されたとき、芯電極と第1可撓性外電極間に振動電圧が誘起されるので、この振動電圧は第1振動電圧検出手段により検出される。このとき第2振動電圧検出手段には振動電圧が誘起されない。逆に、芯電極と第2可撓性外電極間（第2感応部）に圧力が印加されたとき、芯電極と第2可撓性外電極間に振動電圧が誘起されるので、この振動電圧は第2振動電圧検出手段により検出される。このとき第1振動電圧検出手段には振動電圧が誘起されない。従って、圧力が第1感応部に印加されたか、もしくは第2感応部に印加されたかを特定できる。

【0016】

本発明の請求項3にかかる圧力検出装置は、芯電極と、前記芯電極の周囲に配置された可撓性圧電体と、前記可撓性圧電体の表面に配置された第1可撓性外電極および第2可撓性外電極を含むケーブル状圧力センサと、前記芯電極と前記第1可撓性外電極に接続された静電容量検出手段と、前記芯電極と前記第2可撓性外電極に接続された振動電圧検出手段を備えたものである。

【 0 0 1 7 】

芯電極と第1可撓性外電極間（第1感応部）に静電容量検出手段が接続されているので、第1感応部の可撓性圧電体の静電容量を検出できる。静電容量の温度特性に基づき温度を検出できる。また、芯電極と第2可撓性外電極間（第2感応部）に振動電圧検出手段が接続されているので、第2感応部に圧力が印加されたときに生じる振動電圧を振動電圧検出手段により検出できる。従って、第1感応部で温度を検出できると共に、第2感応部で圧力を検出できる。

【 0 0 1 8 】

本発明の請求項4にかかる圧力検出装置は、静電容量検出手段に温度算出手段を接続して構成される。

【 0 0 1 9 】

静電容量の温度特性に基づきそのときの静電容量を温度に換算する温度算出手段を備えているので、容易に温度を直読できる。

【 0 0 2 0 】

本発明の請求項5にかかる圧力検出装置は、芯電極と、前記芯電極の周囲に配置された可撓性圧電体と、前記可撓性圧電体の表面に配置された第1可撓性外電極および第2可撓性外電極を含むケーブル状圧力センサと、芯電極と前記第1可撓性外電極に接続された静電容量検出手段および第1振動電圧検出手段と、芯電極と前記第2可撓性外電極に接続された第2振動電圧検出手段を備えたものである。

【 0 0 2 1 】

芯電極と第1可撓性外電極間（第1感応部）に静電容量検出手段および第1振動電圧検出手段が接続されている。静電容量検出手段で検出された静電容量から第1感応部の可撓性圧電体の温度を検出できる。また、第1振動電圧検出手段で検出された振動電圧から第1感応部に印加された圧力もまた検出できる。また、芯電極と第2可撓性外電極間（第2感応部）に第2振動電圧検出手段が接続されているので、第2感応部に圧力が印加されたときに生じる振動電圧を第2振動電圧検出手段により検出できる。従って、第1感応部で温度と圧力を同時に検出できると共に、第2感応部でも圧力を検出できる。

【 0 0 2 2 】

本発明の請求項6にかかる圧力検出装置は、静電容量検出手段に用いられる検出周波数は、振動電圧検出手段で得られる振動周波数と異なる。

【 0 0 2 3 】

静電容量の検出には、通常、交流電圧が用いられる。他方、振動電圧検出手段で得られる信号も交流電圧である。両者の周波数が異なるので、それぞれを分離して検出できる。

【 0 0 2 4 】

本発明の請求項7にかかる圧力検出装置は、静電容量検出手段に用いられる検出周波数は、振動電圧検出手段で得られる振動周波数よりも高周波数である。

【 0 0 2 5 】

人体の運動を時間的に変化する圧力として検出する場合、振動電圧検出手段で得られる振動周波数は10 Hz以下である。このような場合、本請求項の構成は、静電容量検出手段に用いられる検出周波数を高周波数（例えば、1 kHz）にしているので、容易に静電容量を検出できる。

【 0 0 2 6 】

本発明の請求項8にかかる圧力検出装置は、芯電極と、前記芯電極の周囲に配置された可撓性圧電体と、前記可撓性圧電体の表面に配置された第1可撓性外電極および第2可撓性外電極を含むケーブル状圧力センサと、芯電極と前記第1可撓性外電極に接続された第1濾波部および第2濾波部と、前記第1濾波部に接続された静電容量検出手段と、前記第2濾波部に接続された第1振動電圧検出手段と、芯電極と前記第2可撓性外電極に接続された第2振動電圧検出手段を備えたものである。

【 0 0 2 7 】

第1感応部では、静電容量検出手段に用いられる検出周波数を濾波する第1濾波部と前

記第 1 振動電圧検出手段で得られる振動周波数を濾波する第 2 濾波部を備えているので、それぞれの信号を精度よく分離して同時に検出できる。また、第 2 感応部の芯電極と第 2 可撓性外電極に第 2 振動電圧検出手段が接続されているので、第 2 感応部に圧力が印加されたときに生じる振動電圧を振動電圧検出手段により検出できる。従って、第 1 感応部で温度と圧力を同時に分離して検出できると共に、第 2 感応部でも圧力を検出できる。

【 0 0 2 8 】

【実施例】

以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

【 0 0 2 9 】

(実施例 1)

図 1 は本発明の実施例 1 のケーブル状圧力センサの見取図である。

【 0 0 3 0 】

芯電極 3 の周囲に可撓性圧電体 4 を形成した後、第 1 可撓性外電極 5 a および第 2 可撓性外電極 5 b を形成してケーブル状圧力センサを構成した。芯電極 3 として、従来例で示した構成の芯電極や複数の金属細線だけから成る芯電極などが用いられる。可撓性圧電体 4 として、ゴムや樹脂の中にチタン酸鉛、チタン酸鉛ジルコン酸鉛などのセラミック圧電体粉末を添加した複合体、あるいは、ビニリデンフルオロライド (V D F) / トリフルオロエチレン (T r F E) 共重合体系などの圧電性高分子が用いられる。また、第 1 可撓性外電極 5 a や第 2 可撓性外電極 5 b として、アルミニウム箔や塗装法による銀系導電性塗膜、あるいは、ポリエチレンテレフタレート・フィルム上にアルミニウム層の形成された導電性フィルムなどが用いられる。

【 0 0 3 1 】

ケーブル状圧力センサの一部に時間的に変化する圧力が印加されたとき、例えば、第 1 可撓性外電極 5 a の一部に圧力が印加されたとき、その部分の圧力センサに生じる加速度に応じた振動電圧が芯電極 3 と第 1 可撓性外電極 5 a 間に誘起され、芯電極 3 と第 2 可撓性外電極 5 b 間には振動電圧が誘起されない。逆に、第 2 可撓性外電極 5 b の一部に圧力が印加されたとき、その部分の圧力センサに生じる加速度に応じた振動電圧が芯電極 3 と第 2 可撓性外電極 5 b 間に誘起され、芯電極 3 と第 1 可撓性外電極 5 a 間には振動電圧が誘起されない。また、第 1 可撓性外電極 5 a の一部と第 2 可撓性外電極 5 b の一部に同時に圧力が印加されたとき、その部分の圧力センサに生じる加速度に応じた振動電圧が芯電極 3 と第 1 可撓性外電極 5 a 間に誘起されると共に芯電極 3 と第 2 可撓性外電極 5 b 間にも振動電圧が誘起される。従って、圧力の印加された位置が第 1 可撓性外電極 5 a の部分か、第 2 可撓性外電極 5 b の部分か、あるいは、両者であるか、を誘起電圧によって検出できる。

【 0 0 3 2 】

この検出には、図 2 に示すように、芯電極 3 と第 1 可撓性外電極 5 a に接続された第 1 振動電圧検出手段 7 a、および芯電極 3 と第 2 可撓性外電極 5 b に接続された第 2 振動電圧検出手段 7 b を備えた構成が好ましい。各振動電圧を分離して検出できるので、誘起電圧がどの位置で発生したかを容易に検出できる。

【 0 0 3 3 】

(実施例 2)

図 3 は実施例 2 を示し、本発明のケーブル状圧力センサを用いた圧力検出装置である。芯電極 3 と第 1 可撓性外電極 5 a に接続された静電容量検出手段 8 と芯電極 3 と第 2 可撓性外電極 5 b に接続された振動電圧検出手段 7 を備えた構成である。

【 0 0 3 4 】

第 2 可撓性外電極 5 b の一部に時間的に変化する圧力が印加されたとき、その部分の圧力センサに生じる加速度に応じた振動電圧が芯電極 3 と第 2 可撓性外電極 5 b 間に誘起される。この振動電圧は振動電圧検出手段 7 により検出される。この振動電圧を利用して、時間的に変化する圧力が検出される。他方、静電容量は、芯電極 3 と第 1 可撓性外電極 5 a に接続された静電容量検出手段 8 により検出される。図 4 にケーブル状圧力センサ (第

1可撓性外電極5aの長さ：約1.5m)の静電容量の温度特性の一例を示す。このとき用いたケーブル状圧力センサは、芯電極3としてコイル状銅線を、可撓性圧電体4としてゴムにセラミック圧電体粉末を添加した複合体(約0.6mm^t)を、第1可撓性外電極5aおよび第2可撓性外電極5bとしてアルミニウム箔を用いて構成した。同図から明らかのように、温度上昇と共に静電容量は、室温から約80の温度範囲で約-1600ppmの大きな負の温度係数を示し、それ以上の温度ではやや小さな負の温度係数を示した。従って、静電容量を検出することにより、可撓性圧電体4の温度が検出できる。

【0035】

なお、図4に示した測定は、恒温槽内にケーブル状圧力センサを配置して行ったので、ケーブル状圧力センサの温度は均一である。しかし、実用状態では、必ずしも全体的に均一な温度にならない。このような場合、静電容量は平均的な値を示すので、温度も平均温度が検出される。実用状態での温度分布を把握することにより、例えば耐熱性120のケーブル状圧力センサであれば、平均温度が例えば100になったときに、警報を発するなどの手段ができるので、平均温度検出は実用的にも有効である。

【0036】

図2、図3に示した場合、第1可撓性外電極5aと第2可撓性外電極5bをアース電位とし、芯電極3からそれぞれの電圧信号を取出すことが望ましい。芯電極3は、アース電位の第1可撓性外電極5aや第2可撓性外電極5bにより外部空間からシールドされるので、それぞれの電圧信号はノイズから遮断されるからである。第1可撓性外電極5aや第2可撓性外電極5bからそれぞれの電圧信号を取出した場合、これら可撓性外電極5aや5bは外部空間からシールドされてないので、それぞれの電圧信号には外部空間からのノイズも重畳される結果、正確な検出が困難になり易い。

【0037】

図3に示した静電容量検出手段8では、静電容量の温度特性から温度を検出できるが、この場合静電容量値を温度に換算する必要がある。この換算は実用上煩わしい過程である。このような場合、図5に示すように、静電容量の温度特性に基づき静電容量の値から温度を算出する温度算出手段9を静電容量検出手段8に接続することが好ましい。この構成により、温度を容易に直読できる。

【0038】

図2および図3に示した構成で、それぞれの電極にリード線を接続する場合、図6に示すように、芯電極3へのリード線はケーブル状圧力センサの両端の芯電極3のどちらか一方に接続し、また、第1可撓性外電極5aおよび第2可撓性外電極5bへのリード線はケーブル状圧力センサの両端の第1可撓性外電極5aおよび第2可撓性外電極5bにそれぞれ接続することが好ましい。

【0039】

ケーブル状圧力センサは、図10で示した従来例構成のように、外部環境から可撓性圧電体4やそれぞれの電極を保護するために、全体を塩化ビニールなどの外皮6(図2や図3では図示していない)で被覆される。芯電極3にリード線を接続する場合、例えば、ケーブル状圧力センサの中間部に位置する芯電極3にリード線を接続してもよいが、この場合その中間部で芯電極3を外部に露出させる必要があり、このための作業は煩雑である。また、第1振動電圧検出手段7aなどの検出手段までの配線が長くなるなどの欠点がある。第1可撓性外電極5aおよび第2可撓性外電極5bについても同様の欠点が生じる。しかし、図6に示したリード線接続構成では、芯電極3へのリード線はケーブル状圧力センサの両端の芯電極3のどちらか一方の端部に接続しているので、芯電極3を外部に露出させる作業は容易である。また、ケーブル状圧力センサの両端部は、第1振動電圧検出手段7aなどの検出手段の近くに配置される場合が多いので、第1振動電圧検出手段7aなどの検出手段までの配線も短くできる。第1可撓性外電極5aおよび第2可撓性外電極5bへのリード線接続についても同様である。

【0040】

(実施例3)

図7は実施例3を示し、本発明のケーブル状圧力センサを用いた圧力検出装置である。芯電極3と第1可撓性外電極5aに静電容量検出手段8と第1振動電圧検出手段7a備えた構成である。

【0041】

芯電極3と第1可撓性外電極5aに静電容量検出手段8および第1振動電圧検出手段7aが接続されているので、静電容量と振動電圧検出の両者を同時に検出できる。静電容量検出手段8で検出された静電容量から第1感応部の可撓性圧電体4の温度を検出できる。また、第1振動電圧検出手段7aで検出された振動電圧から第1感応部に印加された圧力もまた検出できる。また、第2感応部の芯電極3と第2可撓性外電極5bに第2振動電圧検出手段7bが接続されているので、第2感応部に圧力が印加されたときに生じる振動電圧を第2振動電圧検出手段7bにより検出できる。従って、第1感応部で温度と圧力を検出できると共に、第2感応部でも圧力を検出できる。なお、芯電極3と第2可撓性外電極5bに他の静電容量検出手段および第2振動電圧検出手段7bを接続してもよいし、また、芯電極3と第1可撓性外電極5aに静電容量検出手段8および第1振動電圧検出手段7aを接続し、更に、芯電極3と第2可撓性外電極5bに他の静電容量検出手段および第2振動電圧検出手段7bを接続してもよい。後者の場合、局部的な加熱が第1感応部に生じたか、第2感応部に生じたか、あるいは両者に生じたかなども検出できる。

【0042】

ある周波数(f)での静電容量(C)の複素インピーダンス(z)は、 $z = 1 / j C$ ($j = -1$ の平方根、 $\omega = 2\pi f$)で与えられる。静電容量は、一定の周波数(f)の交流電圧(V)を芯電極3と外電極5間に印加したときの電流(I)を測定し、 $C = 1 / (|z| \omega) = 1 / (|V| / |I| \omega)$ より求められる。従って、静電容量検出手段8は、一定の検出周波数(f_d)の交流電源(図示してない)を備え、芯電極3と外電極5間に交流電圧を常時印加している。このように交流電圧が印加された状態で、時間的に変化する圧力がケーブル状圧力センサに印加されたとき、芯電極3と外電極5間で検出される電圧は、上記交流電圧と圧力により発生した振動電圧とが重畳した電圧となる。

【0043】

振動電圧は、時間的に変化する圧力に対応した振動周波数(f_v)を有する。人体の運動を時間的に変化する圧力としてケーブル状圧力センサを用いて検出する場合、振動周波数(f_v)は(0.1~10Hz)程度である。また、物体の落下を同様にして検出する場合、振動周波数(f_v)は(0.1~10)kHz程度である。このように、対象とする圧力現象に応じて振動周波数(f_v)は様々な周波数領域に分布するので、静電容量の検出周波数(f_d)は、対象とする圧力に応じた振動周波数(f_v)と異なるように選ばれることが好ましい。両周波数が同じ場合、例えば、第1振動電圧検出手段7aで得られる振動電圧が交流電圧の影響を受けるからである。

【0044】

人体の運動や物体の落下をケーブル状圧力センサを用いて検出する場合、振動周波数(f_v)は、上述したように、それぞれ(0.1~10Hz)程度、(0.1~10)kHz程度である。人体の運動検出のみを対象とする場合、検出周波数(f_d)は、振動周波数(f_v)よりも高い周波数、例えば1kHzとすることが好ましい。また、物体の落下のみを対象とする場合でも、検出周波数(f_d)は、振動周波数(f_v)よりも高い周波数、例えば100kHzとすることが好ましい。検出周波数(f_d)が、例えば(0.01~10)Hz程度にまで低くなると、可撓性圧電体4の直流電気伝導の影響を受け易くなるので、静電容量の測定が困難になるからである。

【0045】

このように静電容量の検出周波数(f_d)が対象とする圧力に応じた振動周波数(f_v)と異なるように選ばれる場合、図8に示すように、芯電極3と第1可撓性外電極5a間に接続された第1濾波部10aおよび第2濾波部10bを接続し、第1濾波部10aに静電容量検出手段8を接続し、第2濾波部10bに第1振動電圧検出手段7aを接続することが好ましい。

【 0 0 4 6 】

実施例 3 の項で述べたように、静電容量検出のための交流電圧が印加された状態で、時間的に変化する圧力がケーブル状圧力センサに印加されたとき、芯電極 3 と第 1 可撓性外電極 5 a 間で検出される電圧は、上記交流電圧と圧力により発生した振動電圧とが重畳した電圧となる。静電容量の検出周波数 (f_d) を、対象とする圧力に応じた振動周波数 (f_v) と異なるように選ぶことにより、芯電極 3 と第 1 可撓性外電極 5 a 間で検出される電圧は、第 1 濾波部 10 a を介して静電容量検出手段 8 に入力されるので、検出周波数 (f_d) 成分の電圧のみが検出される。一方、第 1 振動電圧検出手段 7 a に入力される電圧は、第 2 濾波部 10 b を介して入力されるので、振動周波数 (f_v) 成分の電圧のみである。従って、静電容量および振動電圧のそれぞれの信号を分離して同時に検出できる。

【 0 0 4 7 】

(実施例 4)

図 9 は本発明の実施例 4 の圧力検出装置の構成図である。

【 0 0 4 8 】

芯電極 3 と第 1 可撓性外電極 5 a に信号切替手段 11 を接続し、この信号切替手段 11 に第 1 振動電圧検出手段 7 a と静電容量検出手段 8 が接続され、信号切替手段 11 により芯電極 3 と第 1 可撓性外電極 5 a 間で検出される電圧は、第 1 振動電圧検出手段 7 a に供給されるか、もしくは静電容量検出手段 8 に供給されるか、どちらか一方にのみ供給される。

【 0 0 4 9 】

時間的に変化する圧力が印加されたときに生じる加速度は、必ずしも単一の周波数成分を有するとは限らず、多くの場合、複数の周波数成分を有する。従って、発生する振動電圧もまた複数の振動周波数成分を有する電圧である。これら複数の振動周波数成分の一つの周波数が、静電容量の検出に用いられる検出周波数と一致する場合、静電容量の検出用の交流電圧が振動電圧に重畳するので、正確な振動電圧が検出できない。本構成では、信号切替手段 11 が静電容量検出手段 8 にのみ信号電圧を供給するか、第 1 振動電圧検出手段 7 a にのみ信号電圧を供給するか、どちらか一方にのみ信号電圧を供給するので、それぞれの信号電圧を時間的に分離して検出できる。従って、振動電圧の振動周波数成分の一つの周波数が、静電容量の検出に用いられる検出周波数と一致する場合でも、次に示すように、振動周波数成分と検出周波数を時間的に分離して検出できる。

【 0 0 5 0 】

信号切替手段 11 が第 1 振動電圧検出手段 7 a にのみ信号電圧を供給するとき、静電容量の検出用の交流電圧を切断することにより、時間的に変化する圧力にのみ基づく信号電圧が第 1 振動検出手段 7 a に供給される。また、信号切替手段 11 が静電容量検出手段 8 にのみ信号電圧を供給するとき、振動周波数成分の一つの周波数が、静電容量の検出に用いられる検出周波数と一致しても、芯電極 3 と第 1 可撓性外電極 5 a 間のインピーダンスは振動電圧の影響を受けないので、静電容量を検出できる。

【 0 0 5 1 】

なお、可撓性外電極 5 a、5 b をアース電位にする構成および温度算出手段 9 を接続する構成を実施例 3 や実施例 4 に適用した場合、同様の利点を有することは明らかである。

【 0 0 5 2 】

また、上記実施例では、図 10 に示した従来例の外皮 6 について特に触れてないが、保護などの必要に応じて用いてもよいことは明らかである。また、外皮 6 として、熱収縮チューブ以外にも塩化ビニールやウレタン樹脂などを用いてもよい。

【 0 0 5 3 】

【 発明の効果 】

以上説明したように本発明の請求項 1 にかかる圧力検出装置は、芯電極と第 1 可撓性外電極間 (第 1 感応部) に圧力が印加された場合、芯電極と第 1 可撓性外電極間に振動電圧が誘起されるが、芯電極と第 2 可撓性外電極間 (第 2 感応部) には誘起されない。その逆も成り立つ。従って、第 1 感応部と第 2 感応部でそれぞれ独立して圧力に応じた振動電圧

を誘起できるので、圧力の印加された部分がどちらの部分であることを特定できる。

【0054】

また、第1感応部で可撓性圧電体の静電容量を検出することもできるので、静電容量の温度依存性に基づき可撓性圧電体の温度を検出できる。従って、温度センサを特別に準備する必要がない。このとき第2感応部で振動電圧を同時に検出できるので、圧力もまた検出できる。

【0055】

本発明の請求項2にかかる圧力検出装置は、芯電極と第1可撓性外電極間で構成された第1感応部に圧力が印加されたとき、芯電極と第1可撓性外電極間に誘起される振動電圧を第1振動電圧検出手段により検出される。このとき第2振動電圧検出手段には振動電圧が生じない。逆に、芯電極と第2可撓性外電極間で構成された第2感応部に圧力が印加されたとき、芯電極と第2可撓性外電極間に誘起される振動電圧を第2振動電圧検出手段により検出される。このとき第1振動電圧検出手段には振動電圧が生じない。従って、圧力が第1感応部に印加されたか、もしくは第2感応部に印加されたか、あるいは圧力が両者に印加されたか、を特定できる。

【0056】

本発明の請求項3にかかる圧力検出装置は、第1感応部の芯電極と第1可撓性外電極に静電容量検出手段が接続されているので、第1感応部の可撓性圧電体の静電容量を検出できる。静電容量の温度特性に基づき温度を検出できる。また、第2感応部の芯電極と第2可撓性外電極に振動電圧検出手段が接続されているので、第2感応部に圧力が印加されたときに生じる振動電圧を振動電圧検出手段により検出できる。従って、第1感応部で温度を検出できると共に、第2感応部で圧力を検出できる。

【0057】

本発明の請求項4にかかる圧力検出装置は、静電容量の温度特性に基づきそのときの静電容量を温度に換算する温度算出手段を備えているので、容易に温度を直読できる。

【0058】

本発明の請求項5にかかる圧力検出装置は、第1感応部の芯電極と第1可撓性外電極に静電容量検出手段および第1振動電圧検出手段が接続されている。従って、第1感応部で温度と圧力を同時に検出できると共に、第2感応部でも圧力を検出できる。

【0059】

本発明の請求項6にかかる圧力検出装置は、静電容量検出手段に用いられる検出周波数は、振動電圧検出手段で得られる振動周波数と異なるので、それぞれを分離して検出できる。

【0060】

本発明の請求項7にかかる圧力検出装置は、静電容量検出手段に用いられる検出周波数は、振動電圧検出手段で得られる振動周波数よりも高周波数であるので、容易に静電容量を検出できる。

【0061】

本発明の請求項8にかかる圧力検出装置は、第1感応部では、静電容量検出手段に用いられる検出周波数を濾波する第1濾波部と前記第1振動電圧検出手段で得られる振動周波数を濾波する第2濾波部を備えているので、それぞれの信号を精度よく分離して同時に検出できる。また、第2感応部でも圧力を検出できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例1におけるケーブル状圧力センサの見取図

【図2】

本発明のケーブル状圧力センサを用いた圧力検出装置の見取図

【図3】

本発明の実施例2における圧力検出装置の見取図

【図4】

同圧力検出装置の静電容量の温度特性を示す特性図

【図 5】

本発明の実施例 2 に温度算出手段を付加した圧力検出装置の見取図

【図 6】

本発明の実施例 2 および実施例 3 における圧力検出装置のリード線接続構成を示す見取図

【図 7】

本発明の実施例 3 における圧力検出装置の見取図

【図 8】

本発明の実施例 3 に濾波部を付加した圧力検出装置の見取図

【図 9】

本発明の実施例 4 における圧力検出装置の見取図

【図 10】

従来のケーブル状圧力センサの見取図

【符号の説明】

- 3 芯電極
- 4 可撓性圧電体
- 5 a 第 1 可撓性外電極
- 5 b 第 2 可撓性外電極
- 7 a 第 1 振動電圧検出手段
- 7 b 第 2 振動電圧検出手段
- 8 静電容量検出手段
- 9 温度算出手段
- 10 a 第 1 濾波部
- 10 b 第 2 濾波部
- 11 信号切替手段

【手続補正 2】

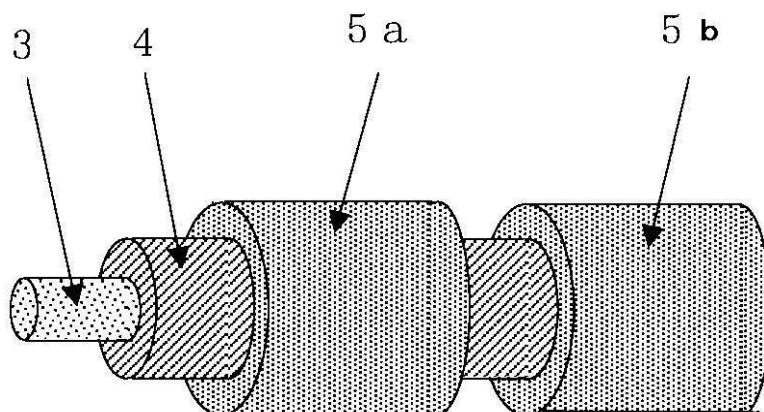
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1】



- 3 芯電極
- 4 可撓性圧電体
- 5 a : 第 1 可撓性外電極
- 5 b : 第 2 可撓性外電極