



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

圧電セラミック材料を含む圧電層を複数の電極で挟んだセンサ体と、前記センサ体を覆う被覆層と、該被覆層の周囲を覆う発泡性の合成樹脂からなる断熱手段とを備えた感圧センサ。

## 【請求項 2】

前記センサ体は、芯体状の第1の電極と、前記第1の電極を覆う圧電層と、前記圧電層の外側を覆う第2の電極を備えたケーブル状センサである請求項1記載の感圧センサ。

## 【請求項 3】

前記センサ体は、第1の電極と、第2の電極とで圧電層を挟むように形成されたシート状センサである請求項1記載の感圧センサ。 10

## 【請求項 4】

前記断熱手段が、中空部を形成した弾性体であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の感圧センサ。

## 【請求項 5】

前記被覆層を前記断熱手段が兼用する請求項1乃至4のいずれかに記載の感圧センサ。

## 【請求項 6】

前記断熱手段は感圧センサを設備基材に取り付けるための取付け部を具備した請求項1乃至5のいずれかに記載の感圧センサ。

## 【請求項 7】

請求項1乃至6のいずれかに記載の感圧センサの製造方法であって、  
前記センサ部の周囲に押出成形によって断熱手段を成型するようにした感圧センサの製造方法。 20

## 【請求項 8】

請求項1乃至6のいずれかに記載の感圧センサと、前記感圧センサの出力信号に基づき前記感圧センサへの異物の接触の有無を判定する判定手段とを備え、前記設備機器への物体の接触を検出するようにした物体検出装置。

## 【請求項 9】

設備の開口部の縁あるいはこの開口部を開閉する閉口部材の縁の何れかに取り付けられた請求項1乃至6のいずれかに記載の感圧センサと、 30

前記感圧センサの出力信号に基づき前記感圧センサへの異物の接触の有無を判定する判定手段とを備え、前記開口部と前記閉口部材との間への異物の挟み込みを検出する物体検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、感圧センサ、感圧センサの製造方法及び物体検出装置に係り、例えば異物の挟み込み防止機能が要求される自動車のパワーウィンドウ装置等に用いられる感圧センサの改良に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、車両の窓ガラスの開閉装置には、モータの駆動力を利用して開閉を行う、所謂パワーウィンドウ装置が採用されている。

このパワーウィンドウ装置では、窓ガラスを開動作した際に例えば窓枠と窓ガラスとの間に誤って手指等が挟み込まれた場合に、窓ガラスの開動作の停止、或いは開動作への移行によって手指等の損傷を回避するために、異物の挟み込みを検出する物体検出装置を装備する。

## 【0003】

この物体検出装置は、窓枠の縁に沿って敷設されて異物が接触した時の変形によって出力信号を発生する感圧センサと、この感圧センサの出力信号に基づいて前記感圧センサへ 50

の異物の接触の有無を判定する判定手段とを備えた構成とされる（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

【特許文献 1】特開 2001-153734 号公報

【0005】

従来より、このような物体検出装置に使用される感圧センサとして、図 15 に示す構造のものが提案されている。

この感圧センサ 210 は、所謂圧電素子タイプと呼ばれているもので、中心電極 201 と、その周囲を略同心状に覆う圧電層 202 と、この圧電層 202 の外側を包む円管状の外側電極 203 と、この外側電極 203 の外側を覆う塩化ビニール製の被覆層 204 とを備えた構成で、外圧による圧電層 202 の変形によって、中心電極 201 及び外側電極 203 に出力信号を発生する（例えば、特許文献 2 参照）。

10

【0006】

【特許文献 2】特開 2001-324393 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、上記の圧電素子タイプの感圧センサ 210 は圧電層 202 として圧電セラミックを用いている。この圧電セラミックは、チタン酸鉛と塩素化ポリエチレンとを主成分としたもので構成されており、圧電層 202 が環境温度の急激な変化に晒されたときに、外圧による圧電層 202 の変形時と同様に、電荷出力を生じる、いわゆる焦電効果を有している。

20

従来の圧電素子タイプの感圧センサ 210 は、塩化ビニール製の被覆層 204 で被覆されているが、断熱性は十分でなく、外気温の温度変化が圧電層 202 に強く影響し、何らかの原因でセンサ設置部の周囲温度が急激に変化すると、上記の焦電効果が顕著となり、焦電効果による出力が物体の接触と誤認識される虞があった。

そこで、焦電効果による出力を物体の接触と誤認識させないために、焦電効果による出力を放電によって逃がす等の対策が必要となり、その対策のために、感圧センサ 210 の装備が困難になったり、装備コストの高騰を招くという問題が生じた。

【0008】

30

本発明は、前述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、焦電効果対策にコストをかけることなく、焦電効果に起因する電荷出力を抑え、焦電効果による出力が物体の接触と誤認識される危険を回避して、物体検出に対する信頼性を向上させることの可能な感圧センサ、感圧センサの製造方法及び物体検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明に係る感圧センサは、圧電セラミック材料を含む圧電層を複数の電極で挟んだセンサ体と、前記センサ体を覆う被覆層と、該被覆層の周囲を覆う発泡性の合成樹脂からなる断熱手段とを備えている。

このように構成された感圧センサにおいては、感圧センサの周囲の温度、厳密には、外気や感圧センサが取り付けられている設備基材等の温度が急激に変化したとしても、複数の電極と圧電層とを覆う断熱手段が従来の塩化ビニールからなる被覆層と比較して優れた断熱性を有するため、内部の圧電層に外部の急激な温度変化の伝達を抑制することができる。

40

従って、焦電効果に起因する電荷出力を抑えて、焦電効果による出力が物体の接触として誤認識される危険を回避することができ、物体検出に対する信頼性を向上させることができる。

また、本発明の感圧センサは、前記センサ体が、芯体状の第 1 の電極と、前記第 1 の電極を覆う圧電層と、前記圧電層の外側を覆う第 2 の電極を備えたケーブル状センサであるものを含む。

50

この構成によれば、高感度の長尺センサを効率よく形成することができる。

また、本発明の感圧センサは、前記センサ体が、第1の電極と、第2の電極とで圧電層を挟むように形成されたシート状センサであるものを含むものを含む。

この構成によれば、簡単な構成で大面積のセンサが形成可能となる。

また、本発明の感圧センサは、前記断熱手段が、中空部を形成した弾性体であるものを含む。

この構成によれば、より断熱効果の高いセンサを得ることができる。

#### 【0010】

また、前記断熱手段が断熱性を有する弾性体で形成されていると、異物が接触したときの圧電層の変形を容易にして、異物の接触を確実に検出することができる。

10

また、本発明の感圧センサは、前記被覆層を前記断熱手段が兼用するものを含む。

これにより、センサ体の外側を発泡性の合成樹脂からなる断熱手段で被覆するのみで、焦電効果による誤認を回避することができる。すなわち、塩化ビニルで構成されていた従来の被覆層を発泡性の合成樹脂からなる断熱手段と一体的に形成することにより、極めて簡単な構成で断熱性を確実にすることができる。

また、本発明の感圧センサは、断熱手段が感圧センサを設備基材に取り付けるための取付け部を具備したものを含む。

これにより、別途取付け手段を設ける必要がなくなり、取付け作業性の向上をはかることができる。

#### 【0011】

20

また、本発明の感圧センサの製造方法は、前記センサ部の周囲に押出成形によって断熱手段を成型するようにしたことを特徴とする。

#### 【0012】

このように構成された感圧センサの製造方法においては、押出成形という一般的な製造方法によって、複数の電極と圧電層とを備えたセンサ体の周囲に弾性体を被覆して製造しているため、簡単、且つ、安価に製造することができる。

#### 【0013】

本発明の物体検出装置は、上記感圧センサと、前記感圧センサの出力信号に基づき前記感圧センサへの異物の接触の有無を判定する判定手段とを備え、前記設備機器への物体の接触を検出するようにしたことを特徴とする。

30

#### 【0014】

また本発明の物体検出装置は、設備の開口部の縁あるいはこの開口部を開閉する閉口部材の縁の何れかに取り付けられた前記感圧センサと、前記感圧センサの出力信号に基づき前記感圧センサへの異物の接触の有無を判定する判定手段とを備え、前記開口部と前記閉口部材との間への異物の挟み込みを検出することを特徴とする。

#### 【0015】

このように構成された物体検出装置では、感圧センサの焦電効果対策としての放電用の回路接続等を必要とすることなく、高い信頼性で、物体との接触、或いは物体の挟み込みを検出することができる。

また、通常、上記の感圧センサは、設備基材や開口部の縁等に取り付けられる弾性縁取り材に敷設される。しかし、上記の感圧センサは、複数の電極と圧電層とを覆う断熱手段が、弾性縁取り材として必要とされる柔軟性や緩衝性を確保することができるため、断熱手段を形成する被覆層自体を設備基材や開口部の縁等に取り付けられる取付け部を備えた弾性縁取り材として兼用させることもでき、これによって、更に、設備基材や開口部等への取付け性の向上、部品点数の削減によるコスト低減を図ることができる。

40

#### 【発明の効果】

#### 【0016】

本発明の感圧センサでは、感圧センサの周囲の温度、厳密には、外気や感圧センサが取り付けられている設備基材等の温度が急激に変化したとしても、複数の電極と圧電層とを覆う発泡性の合成樹脂からなる断熱手段が優れた断熱性を有するため、或いは、断熱手段

50

として中空部を形成した弾性体が装備されることにより、内部の複合圧電体層へは外部の急激な温度変化が伝わらない。

従って、特に焦電効果対策にコストをかけずとも、焦電効果に起因する電荷出力を抑えて、焦電効果による出力が物体の接触と誤認識される危険を回避することができ、物体検出に対する信頼性を向上させることができる。

また、断熱手段が断熱性を有する弾性体で形成されていると、異物が接触したときの圧電層の変形を容易にして、異物の接触を確実に検出することができる。

#### 【0017】

また、本発明の感圧センサの製造方法では、感圧センサを押出成形によって製造しているので、感圧センサを簡単、且つ、安価に製造することができる。

10

#### 【0018】

また、本発明の物体検出装置では、感圧センサの焦電効果対策としての放電用の回路接続等を行わなくとも、高い信頼性で、物体との接触、或いは物体の挟み込みを検出することができる。

また、通常、上記の感圧センサは、設備基材や開口部の縁等に取り付けられる弾性縁取り材に敷設される。しかし、上記の感圧センサは、被覆層がゴム材料で、弾性縁取り材として必要とされる柔軟性や緩衝性を確保することができるため、被覆層自体を設備基材や開口部の縁等に取り付けられる弾性縁取り材として兼用させることもでき、これによって、更に、設備基材や開口部等への取付け性の向上、部品点数の削減によるコスト低減を図ることができる。

20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0019】

以下、添付図面に基づいて本発明の一実施の形態に係る感圧センサ、感圧センサの製造方法及び物体検出装置を詳細に説明する。

#### （第1の実施の形態）

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る感圧センサを使用した物体検出装置及び開閉装置の外観図で、自動車のパワーウィンドウ装置に適用した例を示している。図2は図1のC-C断面図である。なお、図2では、図面右側が車室内側、左側が車室外側である。

#### 【0020】

図1において、11は自動車のドア、13は開口部としての窓枠、15は開口部を開閉する閉口部材としての窓ガラスである。17は感圧センサで、窓枠13の端部周縁に配設されている。本発明の物体検出装置100は、窓枠13の端部周縁に配設された感圧センサ17と、この感圧センサ17の端部に接続されて感圧センサ17の出力信号に基づき感圧センサ17への物体（異物）の接触を判定する判定手段19とを備えて、窓枠13と窓ガラス15との間に手指やその他の物体等が挟み込まれた時に、それを検出する。

30

#### 【0021】

また、本実施の形態の開閉装置150は、上記の物体検出装置100と、窓ガラス15を開閉させる開閉駆動手段21、開閉駆動手段21を制御する開閉制御手段23から成る。ここで、開閉駆動手段21は、モータ25、ワイヤ27、窓ガラス15の支持具29、ガイド31等からなる。モータ25によりワイヤ27を動かし、ワイヤ27と連結された支持具29をガイド31に沿って上下させることにより窓ガラス15を開閉させる構造となっている。

40

なお、開閉駆動手段21は、上記のようなワイヤ27を用いた方式に限定するものではなく、他の方式であってもよい。また、開閉制御手段23は、モータ25と一体化しても良い。

#### 【0022】

図2に示すように、本実施の形態の感圧センサ17は、感圧手段としての可撓性の圧電ケーブル33と、この圧電ケーブル33を挿通支持させる挿入孔42を有し取付け部44を介して窓枠13に取り付けられる発泡性ウレタン樹脂からなる断熱手段としての弾性縁取り材35とからなる。

50

弾性縁取り材 35 は、例えば、ゴム材料によって形成されて、窓ガラス 15 との密着によるパッキンとしての機能、窓ガラス 15 の接触部の緩衝用としての機能を果たすために、窓枠 13 の縁に沿って装着されるもので、その最下部近傍に、圧電ケーブル 33 を挿通した挿入孔 42、中空部 41、側壁部 43 が装備されている。

#### 【0023】

図 3 (a) は、本実施の形態の感圧センサ 17 の感圧手段である圧電ケーブル 33 及びその近傍を示す断面図である。この圧電ケーブル 33 は、信号導出用電極としての中心電極 45、外側電極 47 と、塩素化ポリエチレンからなるゴム弾性体に圧電セラミックスの焼結粉体を混合した複合圧電材からなる複合圧電体層 49 とを備えたセンサ体と、このセンサ体の外側に塩化ビニルからなる被覆層 51 とを同心円状に積層して押出し機でケーブル状（即ち、長尺軸状）に押出成形した後、分極処理して構成したもので、優れた可撓性を有し、変形時の変形加速度に応じた出力信号を発生する。

圧電セラミックスとしては、例えば、チタン酸鉛、又はチタン酸ジルコン酸鉛、又は、チタン酸ビスマスナトリウムやニオブ酸ナトリウム、ニオブ酸カリウム等の無鉛圧電セラミックスの焼結粉体を用いる。

#### 【0024】

以上の圧電ケーブル 33 は、以下の工程により製造される。最初に塩素化ポリエチレンシートと 40～70 体積% の圧電セラミックス（ここでは、チタン酸ジルコン酸鉛）粉末がロール法によりシート状に均一に混合される。このシートを細かくペレット状に切断した後、これらのペレットは中心電極 45 と共に、連続的に押し出されて複合圧電体層 49 を形成する。それから、外側電極 47 が複合圧電体層 49 の周囲に巻き付けられる。外側電極 47 を取り巻いて被覆層 51 も連続的に押し出される。最後に、複合圧電体層 49 を分極するために、中心電極 45 と外側電極 47 の間に、5～10 kV/mm の直流高電圧が印加される。

#### 【0025】

このようにして形成された感圧センサの温度特性を測定した。

この結果を図 11 に示す。この感圧センサに温風をあてセンサ表面を加熱したとき、センサ表面を覆う断熱手段の表面温度が曲線 A1 に示すように立ち上がったとき、センサ体表面の温度は曲線 B1 に示すように閾値温度を超えることなく維持されることがわかった。このときのセンサ出力は曲線 S1 に示すように、ノイズもなく良好な結果を得ることができた。

これに対し、断熱手段を設けない感圧センサを同様に加熱したとき、センサ表面温度は図 12 において曲線 B2 に示すように上昇し、閾値温度を超えてしまう。このときのセンサ出力は曲線 S2 に示すように、ノイズが出現している。

図 11 および図 12 の比較から、本発明によれば、焦電効果に起因するノイズのない出力特性を得ることが可能となる。

#### 【0026】

上記塩素化ポリエチレンに圧電セラミックス粉体を添加するとき、前もって、圧電セラミックス粉体をチタン・カップリング剤の溶液に浸漬・乾燥することが好ましい。この処理により、圧電セラミックス粉体表面が、チタン・カップリング剤に含まれる親水基と疎水基で覆われる。

親水基は、圧電セラミックス粉体同士の凝集を防止し、また、疎水基は塩素化ポリエチレンと圧電セラミックス粉体との濡れ性を増加する。この結果、圧電セラミックス粉体は、塩素化ポリエチレン中に均一に、最大 70 体積% までに多量に添加することができる。上記チタン・カップリング剤溶液中の浸漬に代えて、塩素化ポリエチレンと圧電セラミックス粉体のロール時にチタン・カップリング剤を添加することにより、上記と同じ効果の得られることが見出された。この処理は、特別にチタン・カップリング剤溶液中の浸漬処理を必要としない点で優れている。このように、塩素化ポリエチレンは、圧電セラミックス粉体を混合する際のバインダー樹脂としての役割も担っている。尚、塩素化ポリエチレンの代わりに、例えば熱可塑性エラストマーのようなノンハロゲン材料を用いても良い。

## 【0027】

本実施の形態の場合、中心電極45には、銅系金属やステンレスによる単線導線又は複数線導線を使用している。

また、外側電極47には、高分子層の上に銅金属膜を設けた帯状電極を用い、これを複合圧電体層49の周囲に巻き付けた構成としている。そして、高分子層としては、ポリエチレン・テレフタレート（PET）を用い、この上に銅薄膜を接着した電極は、商業的にも量産されて、安価であるので、外側電極47として好ましい。この電極を判定手段19に接続する際には、半田付けにより接続することができる。

また、外側電極47としてPETにアルミ層を付着した帯状電極を用いてもよく、より安価である。但し、アルミは半田付けができないので、この電極を判定手段19に接続する際には、例えば加締めや、ハトメにより接続する。この場合は、外側電極のアルミの周りに金属単線コイルや金属編線を巻きつけて、外側電極と導通をとり、金属単線コイルや金属編線を判定手段19に半田付けする構成としてもよく、半田付けが可能となるので、作業の効率化を図ることができる。

なお、圧電ケーブル33を外部環境の電氣的雑音からシールドするために、外側電極47は部分的に重なるようにして複合圧電体層49の周囲に巻き付けることが好ましい。

## 【0028】

更にまた前記実施の形態では被覆層51を従来と同様塩化ビニルで構成しその外側を発泡性の合成樹脂からなる断熱手段で構成したが、図3（b）に変形例を示すように被覆層51に代えて発泡性の合成樹脂からなる被覆層51fで構成することにより更なる、断熱効果を得ることができることがわかった。

この感圧センサに同様に温風をあてセンサ表面を加熱したとき、センサ表面を覆う断熱手段の表面温度が図13において曲線A2に示すように大きく立ち上がったときも、センサ体表面の温度は曲線B3に示すように閾値温度を超えることなく維持されることがわかった。このときのセンサ出力は曲線S3に示すように、ノイズもなく良好な結果を得ることができた。

このとき、被覆層を塩化ビニルで構成し、その外側に断熱手段を設けた前記第1の実施の形態の感圧センサを同様に加熱したとき、センサ表面温度は破線B4に示すように上昇し、閾値温度は超えないが若干の上昇があった。またこのときのセンサ出力は曲線S4に示すように、若干のノイズが出現している。

このように、断熱手段のみならず被覆層も発泡性の合成樹脂で構成することにより、より断熱性が向上し、信頼性の高い感圧センサを得ることができる。

なお、この被覆層51、51fは断熱手段と兼用してもよい。

また、断熱手段および断熱手段としての被覆層51fとしては、従来の感圧センサで被覆層に使用していた塩化ビニルよりも断熱性及び防水性に優れた発泡性の合成樹脂、望ましくは弾性体を使用するのが望ましい。このような弾性体として、例えば、発泡ウレタンのような発泡性の合成樹脂が好ましい。発泡性の合成樹脂としては、生ゴムを組成変形させ、架橋（あるいは加硫）させて弾性を持たせたエラストマー（ゴム弾性体）あるいは熱可塑性エラストマーに発泡剤を添加して反応させ発泡構造を実現したものが使用可能である。

なお、塩化ビニル製の被覆層51の外側に弾性縁取り材35として発泡性をもたない合成樹脂からなる断熱材を用いた場合、周囲空気温度、弾性縁取り材、被覆層51、電極47、圧電層49がTaで熱平衡状態である時刻 $t = t_0$ のときの温度分布が図14（a）にL1で示すような分布曲線をもつとき、周囲空気温度がTaからTbに急変したときの温度分布はL2に示すような分布曲線をもち、外側から内側に行くに従ってゆるやかな分布を描いて圧電体の温度が上昇していることがわかる。ここで各点は図2をA-A断面できったときの各層を示す。

これに対し、弾性縁取り材35として発泡性の合成樹脂からなる断熱材を用いた場合、周囲空気温度、弾性縁取り材35、被覆層51、電極47、圧電層49がTaで熱平衡状態である時刻 $t = t_0$ のときの温度分布が図14（b）にL3で示すような分布曲線をも

10

20

30

40

50

つとき、周囲空気温度が  $T_a$  から  $T_b$  に急変したときの温度分布は L 4 に示すような分布曲線をもち、外側から内側に行くに従ってより急峻な分布を描いており、圧電体の温度はあまり上昇することなく維持されていることがわかる。

ここで図 1 4 (a)、(b) における各点は図 2 を A-A 断面できったときの各層を示す。

ここで圧電層 4 9 の電極 4 7 との境界面の温度は  $T_{c1} > T_{c2}$  となり、この結果から、発泡性の合成樹脂からなる弾性縁取り材 3 5 を用いたときに所定時間における  $T_a$  からの温度変化率が小さくなるため、焦電効果の発現が抑制されることがわかる。

ここで図 1 4 (a)、(b) における各点は図 2 を A-A 断面できったときの各層を示す。

ここでは、発泡性の合成樹脂として、イソプレンゴム (IR)、ブタジエンゴム (BR)、スチレン-ブタジエンゴム (SBR)、クロロプレンゴム (CR)、ニトリルゴム (NBR)、ブチルゴム (IIR)、エチレン-プロピレンゴム (EPM、EPDM)、クロロスルホン化ポリエチレン (CSM)、アクリルゴム (ASM、ANM)、エピクロルヒドリンゴム (CO-ECO)、多硫化ゴム (T)、シリコンゴム (Q)、フッ化ゴム (FKM)、ウレタンゴム (U) などのエラストマ、ポリスチレン系熱可塑性エラストマ (TPS)、ポリオレフィン系熱可塑性エラストマ (TPEE)、ポリウレタン系熱可塑性エラストマ (TPU)、ポリエステル系熱可塑性エラストマ (TPEE)、ポリアミド系熱可塑性エラストマ (TPEA)、ポリブタジエン系熱可塑性エラストマ、エチレン-酢酸ビニル系熱可塑性エラストマ (PVC-TPE)、天然ゴム系熱可塑性エラストマ、トランス-ポリイソプレン系熱可塑性エラストマ、塩素化ポリエチレン系熱可塑性エラストマ (CM) などの熱可塑性エラストマに発泡剤を添加して反応させ、発泡構造を形成した樹脂が適用可能である。ここで発泡構造体の形成に際しては、天然ゴム、合成ゴムなどのエラストマや、熱可塑性エラストマに有機発泡剤、架橋剤、軟化剤、補強剤を練り込み、密閉された型内で加硫を行いながら発泡剤の分解により形成するものである。

#### 【0029】

上記のように、圧電ケーブル 3 3 の複合圧電材が塩素化ポリエチレンの有する可撓性と圧電セラミックスの有する高温耐久性とを併せ持つので、圧電体としてポリフッ化ビニリデンを用いた従来の圧電センサのような高温での感度低下がなく、高温耐久性がよい上、エチレンプロピレンゴム (EPDM) のようなゴムのように成形時に加硫工程が不要であるため生産効率がよいという利点が得られる。

#### 【0030】

また、弾性縁取り材 3 5 に用いられるゴム材料は、接触する物品の押圧力で複合圧電体層 4 9 が変形し易いように、複合圧電体層 4 9 よりも柔軟性及び可撓性の高いものが良い。車載部品として耐熱性、耐寒性を考慮して選定し、具体的には、 $-30^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$  で可撓性の低下が少ないものを選定することが好ましい。このようなゴム材料として、例えば、EPDM、クロロプレンゴム (CR)、ブチルゴム (IIR)、シリコンゴム (Si)、熱可塑性エラストマー (TPE) 等を用いればよい。以上のような構成により、圧電ケーブル 3 3 の最小曲率は、半径 5 mm まで可能になる。

この弾性縁取り材 3 5 に加え被覆層 5 1 も、断熱性の高い材料を用いることにより、焦電効果による誤動作の低減効果をより高めることができる。材料としても上記弾性縁取り材と同様、発泡性の樹脂が適用可能である。

なお、弾性縁取り材 3 5 を発泡性の樹脂で構成した場合は、この弾性縁取り材 3 5 で断熱効果を得ることができるため、被覆層 5 1 は塩化ビニルで構成してもよい。この場合は、通常の圧電ケーブルを用いて形成することができ製造が容易である。

#### 【0031】

図 4 は圧電ケーブル 3 3 の外観図で、圧電ケーブル 3 3 の一方の端部 5 3 には、断線検出用抵抗体 5 5 を内蔵してある。断線検出用抵抗体 5 5 は圧電ケーブル 3 3 の中心電極 4 5 と外側電極 4 7 との間に接続されている。断線検出用抵抗体 5 5 は、焦電効果によって圧電ケーブル 3 3 に発生する電荷を放電する放電部を兼用しており、部品の合理化となっている。圧電ケーブル 3 3 は判定手段 1 9 に直接接続され、圧電ケーブル 3 3 と判定手段

10

20

30

40

50

１９とは一体化されている。また、判定手段１９には、電源供給用と検出信号の出力用のケーブル５７、及びコネクタ５９が接続されている。圧電ケーブル３３を弾性縁取り材３５に配設する場合は、端部５３に断線検出用抵抗体５５を内蔵し、圧電ケーブル３３を弾性縁取り材３５の挿入孔４２に挿入した後、圧電ケーブル３３と判定手段１９とを接続し、一体化する。

なお、弾性縁取り材３５を押出し成形法により成形する際に同時に圧電ケーブル３３を押し出して、圧電ケーブル３３を弾性縁取り材３５に配設し、その後、端部５３に断線検出用抵抗体５５を内蔵せしめ、圧電ケーブル３３と判定手段１９とを一体化してもよい。

#### 【００３２】

図５は、本実施の形態の物体検出装置１００及び開閉装置１５０のブロック図である。 10

判定手段１９は、感圧センサ１７の断線を検出する際に使用する分圧用抵抗体６１、圧電ケーブル３３からの出力信号から所定の周波数成分のみを通過させる濾波部６２、濾波部６２からの出力信号に基づき感圧センサ１７への物体の接触を判定する判定部６３、断線検出用抵抗体５５と分圧用抵抗体６１により形成される電圧値から圧電ケーブル３３の中心電極４５と外側電極４７の断線異常を判定する異常判定部６４を備えている。

また、中心電極４５と外側電極４７を判定手段１９に接続し、圧電ケーブル３３からの出力信号を判定手段１９に入力する信号入力部６５と、判定部６３からの判定信号を出力する信号出力部６６とは、隣接して判定手段１９内に配設している。信号出力部６６には、判定手段１９への電源ラインとグラウンドラインも接続されている。さらに、判定手段１９は、信号入力部６５と信号出力部６６との間に設けられ高周波信号をバイパスするコン 20  
デンサ等のバイパス部６７を有している。

#### 【００３３】

駆動手段２１は、モータ２５の回転パルスを検出するためのホール素子６８を有する。

開閉制御手段２３は、ホール素子６８からの出力信号に基づき窓ガラス１５の上端位置を検出する位置検出部７１と、ホール素子６８からの出力信号に基づき窓ガラス１５の移動速度を検出して窓ガラス１５への異物の接触を判定する開閉部接触判定部７２と、判定手段１９と位置検出部７１と開閉部接触判定部７２との出力信号に基づきモータ２５を制御する制御部７３とを備えている。

#### 【００３４】

位置検出部７１は、ホール素子６８から出力されるパルス信号をカウントして記憶することにより、窓ガラス１５の上端の現在位置を検出する。ここで、窓ガラス１５の上端位置Ｙは、図１に示したように、窓枠１３の最下点からの高さで表される。 30

#### 【００３５】

開閉部接触判定部７２では、窓ガラス１５に異物が接触すると窓ガラス１５の移動速度が遅くなることに基づき、ホール素子６８から出力されるパルス信号のパルス間隔から窓ガラス１５の移動速度を演算し、演算した移動速度の単位時間当たりの変化量 $|\Delta V_w|$ が予め設定した設定値 $VW1$ より大となった場合、窓ガラス１５が異物に接触したと判定し、 $L_o \rightarrow H_i \rightarrow L_o$ のパルス信号を出力する。

ここで、このパルス信号の内、 $H_i$ レベルの信号が判定信号となる。

#### 【００３６】

また、開閉制御手段２３には、判定手段１９の判定結果を車室内のフロントパネルに設置された所定のライト等で報知する報知手段７４、窓ガラス１５を開閉するための開閉スイッチ７５が接続されている。この開閉スイッチ７５は、ワンタッチ操作で窓ガラス１５を開閉するオートアップスイッチ、オートダウンスイッチと、マニュアル操作で窓ガラス１５を開閉するマニュアルアップスイッチ、マニュアルダウンスイッチ等からなる。そして、判定手段１９を通じて電力を供給する自動車のバッテリー等からなる電源７６が設けられている。

#### 【００３７】

濾波部６２は、圧電ケーブル３３の出力信号から自動車の車体の振動等に起因する不要な信号を除去し、異物の接触による押圧により圧電ケーブル３３が変形する際に圧電ケー 40  
50

ブル 3 3 の出力信号に現れる特有な周波数成分のみを抽出するような濾波特性を有する。濾波特性の決定には、自動車の車体の振動特性や走行時の車体振動を解析して最適化すればよい。

#### 【0038】

外来の電氣的ノイズを除去するため、判定手段 1 9 はシールド部材で全体を覆って電氣的にシールドしてある。また、外側電極 4 7 は判定手段 1 9 のシールド部材と導通し、感圧センサ 1 7 も電氣的にシールドされている。なお、上記回路の入出力部に貫通コンデンサや EMI フィルタ等を付加して強電界対策を行っても良い。

#### 【0039】

次に、物体検出装置 1 0 0 による異物の感圧センサ 1 7 への接触を検出する際の基本動作について説明する。 10

図 6 に窓枠と窓ガラスの間に異物としての物体 7 7 が侵入して挟み込まれた場合の感圧センサ 1 7 の様子を示した。物体 7 7 が感圧センサ 1 7 と接触すると、物体 7 7 による押圧が弾性縁取り材 3 5 及び圧電ケーブル 3 3 に作用する。弾性縁取り材 3 5 は圧電ケーブル 3 3 より柔軟性を有しているので、図示のように物体 7 7 が接触する点を中心として押圧により弾性縁取り材 3 5 が圧縮されて、側壁部 4 3 が変形し、同時に中空部 4 1 が押し潰される。これにより圧電ケーブル 3 3 も物体 7 7 が弾性縁取り材 3 5 と接触する点を中心として屈曲して変形する。また、感圧センサ 1 7 を含めて窓枠を手で握ることで、同様の変形が感圧センサ 1 7 に生じる。

#### 【0040】

このようにして圧電ケーブル 3 3 が変形すると、圧電効果により圧電ケーブル 3 3 から変形の加速度に応じた出力信号が出力される。圧電ケーブル 3 3 からの出力信号は濾波部 6 2 により濾波される。圧電ケーブル 3 3 の出力信号に自動車の車体の振動等に起因する不要な振動成分による出力信号が現れることがあるが、濾波部 6 2 がこの不要な信号を除去する。 20

#### 【0041】

ここで、判定部 6 3 と制御部 7 3 の動作手順について、図 7 に基づいて説明する。

図 7 は濾波部 6 2 からの出力信号  $V$ 、判定手段 1 9 の判定出力  $J$ 、モータ 2 5 への印加電圧  $V_m$  を示す特性図である。図 7 中、縦軸は上から順に  $V$ 、 $J$ 、 $V_m$ 、横軸は時刻  $t$  である。 30

時刻  $t$  に開閉スイッチ 7 5 のオートアップスイッチをオンにすると、制御部 7 3 がモータ 2 5 に  $+V_d$  の電圧を印加して窓ガラス 1 5 を閉動作させる。判定手段 1 9 は窓ガラス 1 5 の閉動作時に判定動作を行う。図 6 に示したように物体 7 7 が挟み込まれると、圧電ケーブル 3 3 からは、圧電効果により圧電ケーブル 3 3 の変形の加速度に応じた信号が出力され、濾波部 6 2 からは図 7 (a) に示すような基準電位  $V_0$  より大きな信号成分が現れる。この際、単に圧電ケーブル 3 3 を窓枠 1 3 に配設した構成であれば、挟み込みの際の圧電ケーブル 3 3 の変形は僅かであるが、本実施の形態の場合は、図 2 に示すように、弾性縁取り材 3 5 が柔軟性を有しており、挟み込みの際に弾性縁取り材 3 5 が容易に圧縮されるので、圧電素子材 3 3 の変形量が増大する。

#### 【0042】

そして、挟み込みの際に中空部 4 1 も押し潰されるので、圧電ケーブル 3 3 の変形量がさらに増大する。このように圧電ケーブル 3 3 は大きな変形量が得られ、変形量の 2 次微分値である加速度も大きくなり、結果として、圧電ケーブル 3 3 の出力信号も大きくなる。判定部 6 3 は  $V$  の  $V_0$  からの振幅  $|V - V_0|$  が  $D_0$  よりも大ならば物体 7 7 と接触があったものと判定し、図 7 (b) に示すように、時刻  $t_2$  で判定出力として、 $L_o \rightarrow H_i$  のパルス信号を出力する。 40

#### 【0043】

制御部 7 3 は、この判定信号があると、図 7 (c) に示すように、モータ 2 5 への  $+V_d$  の電圧印加を停止し、 $-V_d$  の電圧を時刻  $t_3$  まで一定時間印加して窓ガラス 1 5 を一定量下降させ、挟み込みを解除、或いは挟み込みの発生を未然に防止する。感圧センサ 1 50

7 への圧力を解除する場合には、圧電ケーブル 33 からは変形が復元する加速度に応じた信号（図 7（a）の基準電位  $V_0$  より小さな信号成分）が出力される。

#### 【0044】

なお、感圧センサ 17 の変形の際、 $V$  が  $V_0$  より大となるか小となるかは、圧電素子材 33 の屈曲方向や分極方向、電極の割り付け（どちらを基準電位とするか）、圧電ケーブル 33 の支持方向により変化するが、判定部 63 では  $V$  の  $V_0$  からの振幅の絶対値に基づき挟み込みを判定しているので、 $V$  の  $V_0$  に対する大小によらず挟み込みを判定することができる。

#### 【0045】

上記の基本的な判定方法に加えて、次のようにして異物となる物体との接触の有無を判定すると、挟み込みの発生を未然に防止することが可能になる。 10

図 8 は、濾波部 62 からの出力信号  $V$ 、判定手段 19 の判定出力  $J$  を示す特性図である。図 8 中、縦軸は上から順に  $V$ 、 $J$ 、横軸は時刻  $t$  である。

図 8（a）に示すように、時刻  $t_4$  において窓枠 13 を握る等して感圧センサ 17 を変形させると、圧電ケーブル 33 からは圧電効果によって信号が出力され、その結果濾波部 62 からは基準電位  $V_0$  より大きな信号成分が現れる。

#### 【0046】

そして、判定部 63 は出力信号  $V$  が予め設定された  $V_1$  以上となった場合に、即ち、出力信号  $V$  の  $V_0$  からの振幅  $|V - V_0|$  が  $V_1$  より大きくなった場合に、物体と接触したものと判定し、図 8（b）に示すように、時刻  $t_4$  で判定出力として、 $L_o \rightarrow H_i$ （判定信号）のパルス信号を出力してこれを保持する。 20

次に、窓枠 13 から手を離す等して感圧センサ 17 の変形を解除すると、圧電素子材 33 からは同等の圧電効果によって信号が出力され、濾波部 62 からは基準電位  $V_0$  より小さな信号成分が現れる。このとき、判定部 63 は、出力信号  $V$  が予め設定した  $V_2$  以下となった場合に、即ち、出力信号の  $V$  の  $V_0$  からの振幅  $|V - V_0|$  が  $V_2$  より大きくなった場合に、物体から離反したものと判定し、時刻  $t_5$  で判定信号である  $H_i$  レベルのパルス信号を  $H_i \rightarrow L_o$  とする。

つまり、物体の接触を検出してから離反を検出するまでの間、パルス信号を  $H_i$  に保持し、判定信号の出力を保持する。

#### 【0047】

ここで、判定信号が出力されて物体の接触を検出した時刻  $t_4$  から物体の離反を検出した時刻  $t_5$  までの間は、仮に窓ガラス 15 を昇降動作させようと開閉スイッチ 75 を操作しても、制御部 73 は窓ガラス 15 の動作をロックするように制御する。これにより、障害物が検出されて挟み込みの発生が未然に防止でき、安全性が高められる。 30

#### 【0048】

なお、上記した出力信号  $V$  は、圧電ケーブル 33 を分極する場合の極性により変化する。その場合には、図示した信号の正負が逆転する信号となるので、 $V_1$ 、 $V_2$  の設定値を正負逆転させればよい。

また、上記判定手段 19 の機能を、接続される開閉制御手段 23 側に持たせることにより感圧センサ 17 から判定手段 19 を切り離し、感圧センサ 17 自体の設置等の取り扱い性を向上させた構成としてもよい。 40

#### 【0049】

以上の物体検出装置 100 及び開閉装置 150 において、使用する感圧センサ 17 は、被覆層 51 の材料を断熱性を有する弾性体に改良しており、感圧センサ 17 の周囲の温度、厳密には、被覆層 51 に外接している外気や弾性縁取り材 35 や窓枠 13 等の温度が急激に変化したとしても、被覆層 51 の外側を覆う弾性体が従来の塩化ビニルと比較して優れた断熱性を有するため、内部の複合圧電体層 49 へは外部の急激な温度変化が伝わらない。

また、弾性縁取り材 35 には中空部 41 が形成されて空気層が介在し、この空気層が断熱作用を伴うので、この点からも、外部の急激な温度変化による感圧センサ内部の複合圧 50

電体層 49 への影響を阻止できる。

従って、特に焦電効果対策にコストをかけずとも、焦電効果に起因する電荷出力を抑えて、焦電効果による出力が物体の接触と誤認識される危険を回避することができ、物体検出に対する信頼性を向上させることができる。

また、被覆層 51 に採用した弾性体が従来の塩化ビニルと比較して優れた防水性を有しているため、中心電極や外側電極の浸水による腐食を考慮しなくてもよくなり、浸水による腐食防止のために電極をアルミニウム系金属製としていた従来の場合と比較すると、電極を安価な銅系金属製にすることができ、上記の焦電効果対策費の節減と合わせることで、製造コストの大幅な低減を図ることもできる。

#### 【0050】

物体検出装置 100 又は開閉装置 150 としては、特に感圧センサ 17 の焦電効果対策としての放電用の回路接続等を行わなくとも、高い信頼性で、物体との接触、或いは物体の挟み込みを検出することができる。

また、通常、上記のように、感圧センサ 17 は、窓枠 13 に取り付けられる弾性縁取り材 35 に敷設される。しかし、本実施の形態の感圧センサ 17 は、被覆層 51 が弾性体で、弾性縁取り材として必要とされる柔軟性や緩衝性を確保することができるため、外殻形状を弾性縁取り材 35 に合わせて成形することで、断熱手段としての被覆層 51 自体を弾性縁取り材として兼用させる、すなわち、感圧センサ 17 を窓枠 13 へ取り付けするための取付け部 44 を、断熱手段としての被覆層 51 に備えることもでき、これによって、更に、感圧センサ 17 の窓枠 13 への取付け性の向上、部品点数の削減によるコスト低減を図ることができる。

#### 【0051】

また、図 9 に示すように、断熱手段としての被覆層 51 が中空部 78 を形成した弾性体からなる構成としてもよく、優れた断熱性を有するため、焦電効果による誤検知を防止できる。

#### 【0052】

(第 2 の実施の形態)

更にまた本発明の第 2 の実施の形態としてシート状センサも有効である。

図 10 に示すように、この圧電シートは、信号導出用電極としての第 1 の電極 85 と、第 2 の電極 87 とで、前記第 1 の実施の形態で用いたのと同様、塩素化ポリエチレンからなるゴム弾性体に圧電セラミックスの焼結粉体を混合した複合圧電材からなる複合圧電体層 89 とを挟んで形成したセンサ体を形成するとともに、このセンサ体の外側を被覆する発泡性ウレタンからなる被覆層 81 で被覆したもので、変形時の変形加速度に応じた出力信号を発生する。

このシート状センサについても発泡性ウレタンからなる断熱性の被覆層で覆われているため、前記第 1 の実施の形態で用いたケーブル状センサと同様、焦電効果による誤動作もなく、信頼性の高い感圧センサを構成することが可能となる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0053】

なお、本発明に係る感圧センサ 17 及び物体検出装置の適用対象は、以上の実施の形態で説明した自動車の前席のパワーウィンドウ装置に限定されるものではなく、自動車の電動ハッチバック式のドア等にも適用可能である。

更に、本発明の適用対象となる開口部や閉口部材は、自動車の窓部に限定されることなく、電動スライドドアや、電動サンルーフ、建物の自動ドア等へも、応用可能である。

#### 【0054】

また、物体検出装置としては、開口部と閉口部材との間の異物を挟み込む挟み込み検出装置として説明したが、本発明の物体検出装置は、このような挟み込みの検出に限定されるものではない。

例えば、車両のバンパー等に、上記の感圧センサ 17 や判定手段 19 を装備することで、外部の物体との接触を検出する場合に使用することも可能でありまた、搬送物品等の位

10

20

30

40

50

置決め用の検出装置として利用可能な汎用的な物体検出装置としても有用である。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明に係る感圧センサ及び物体検出装置を搭載した開閉装置の第1の実施の形態の外観図である。

【図2】図1のC-C断面図である。

【図3】本発明の感圧センサとなる圧電ケーブルの断面図である。

【図4】本発明の感圧センサの外観図である。

【図5】図1に示した物体検出装置及び開閉装置のブロック図である。

【図6】開口部の閉口動作時に異物を挟み込んだ感圧センサの変形状態を示す斜視図である。 10

【図7】図1に示した開閉装置における瀫波部からの出力信号V、判定手段の判定出力J、モータへの印加電圧Vmを示す特性図である。

【図8】図1に示した開閉装置における瀫波部からの出力信号V、判定手段の判定出力Jで、挟み込みを未然に防止する方法の説明図である。

【図9】本発明の圧電ケーブルにおける他の実施の形態の断面図である。

【図10】本発明の第2の実施の形態の感圧センサの断面図である。

【図11】本発明の第1の実施の形態の感圧センサのセンサ出力を示す図である。

【図12】従来の感圧センサのセンサ出力を示す図である。

【図13】本発明の第2の実施の形態の感圧センサのセンサ出力を示す図である。 20

【図14】本発明および従来例の感圧センサの断面における温度変化を示す比較図である。

【図15】従来の感圧センサの拡大横断面図である。

【符号の説明】

【0056】

11 ドア

13 窓枠（開口部）

15 窓ガラス（閉口部材）

17 感圧センサ

19 判定手段 30

21 開閉駆動手段

23 開閉制御手段

25 モータ

27 ワイヤ

29 支持具

31 ガイド

33 圧電ケーブル

41 中空部

42 挿入孔

45 中心電極 40

47 外側電極

49 複合圧電体層

51 被覆層

55 断線検出用抵抗体

61 分圧用抵抗体

62 瀫波部

63 判定部

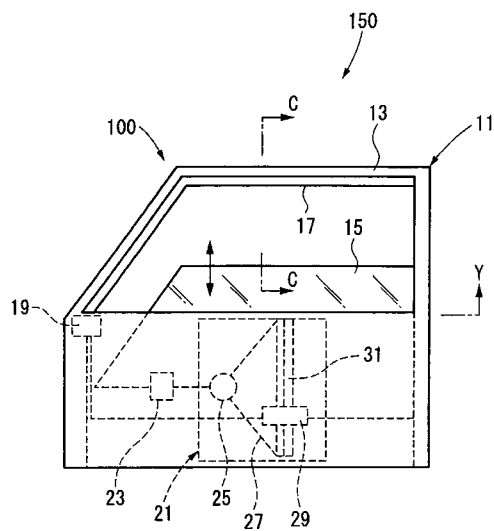
65 信号入力部

66 信号出力部

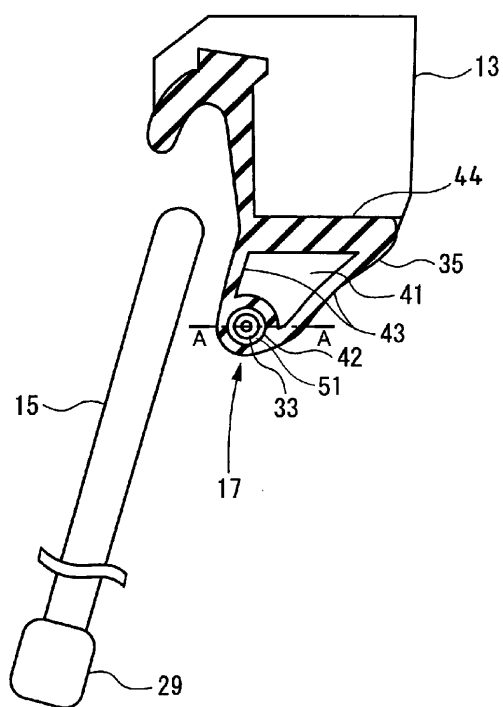
67 バイパス部 50

- 7 2 開閉部接触判定部
- 7 3 制御部
- 7 8 中空部
- 1 0 0 物体検出装置
- 1 5 0 開閉装置

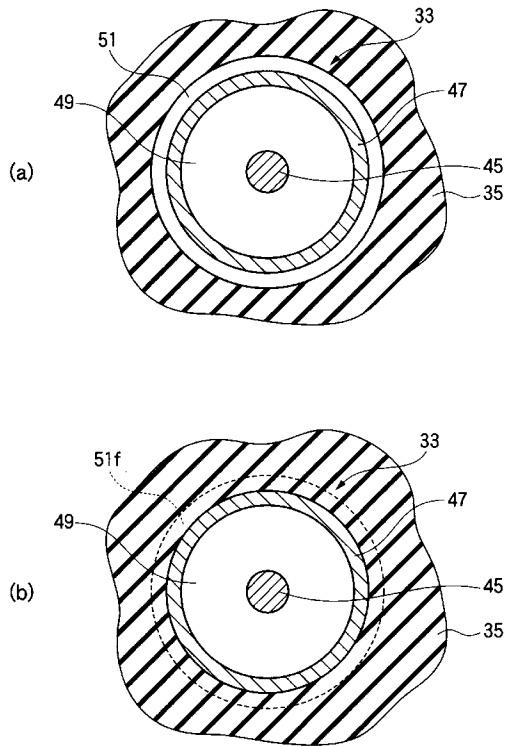
【図 1】



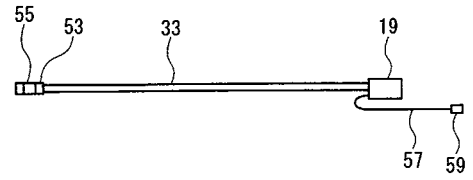
【図 2】



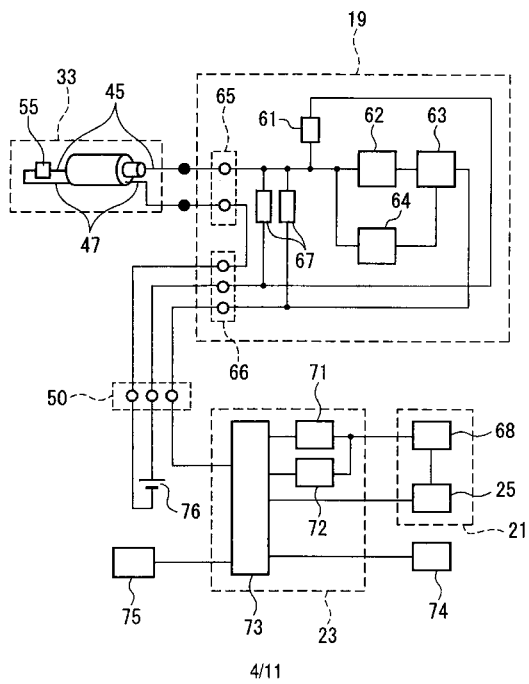
【図 3】



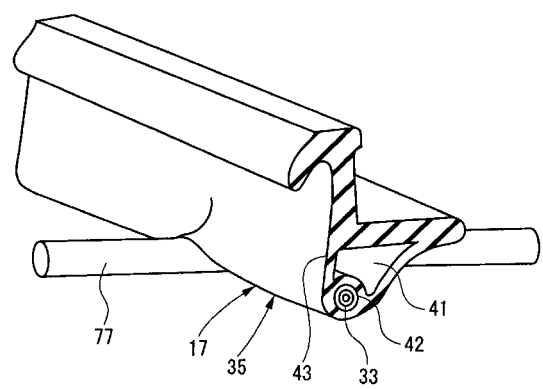
【図 4】



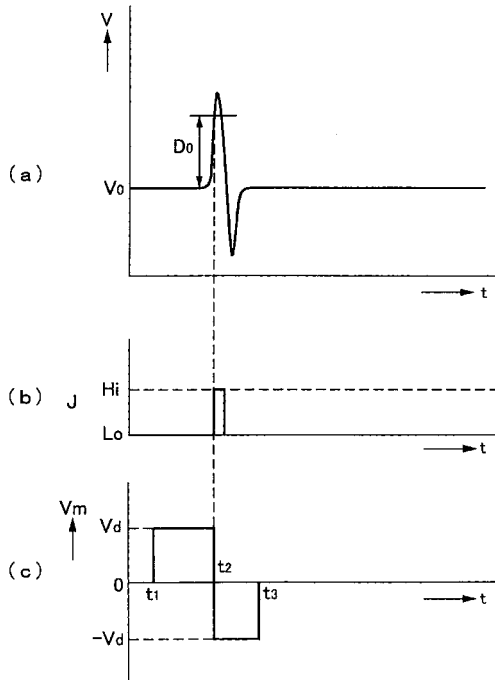
【図 5】



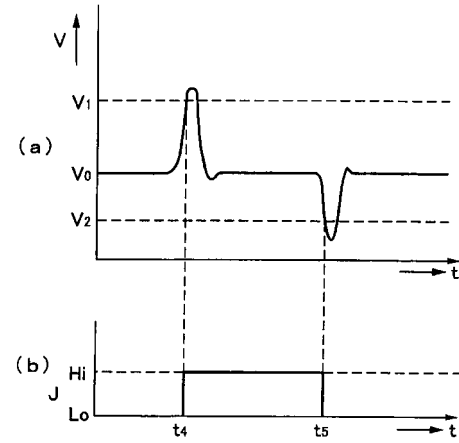
【図 6】



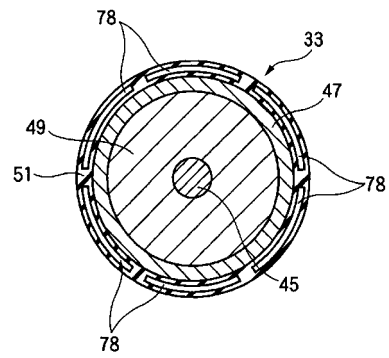
【図 7】



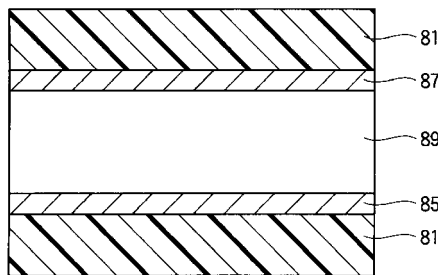
【図 8】



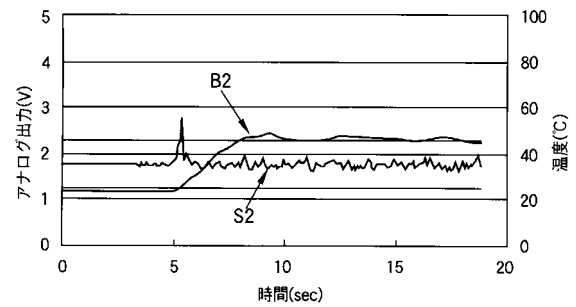
【図 9】



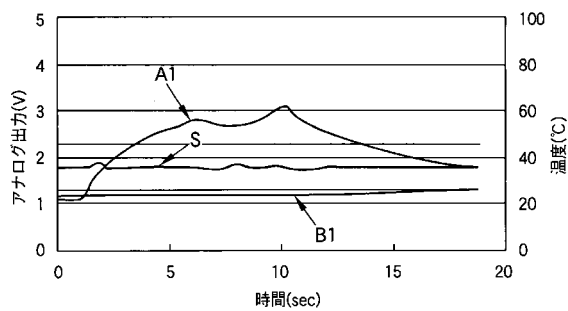
【図 10】



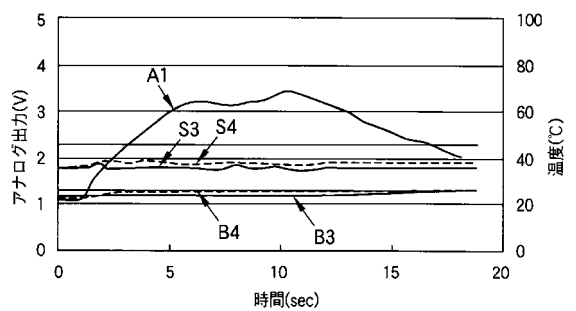
【図 12】



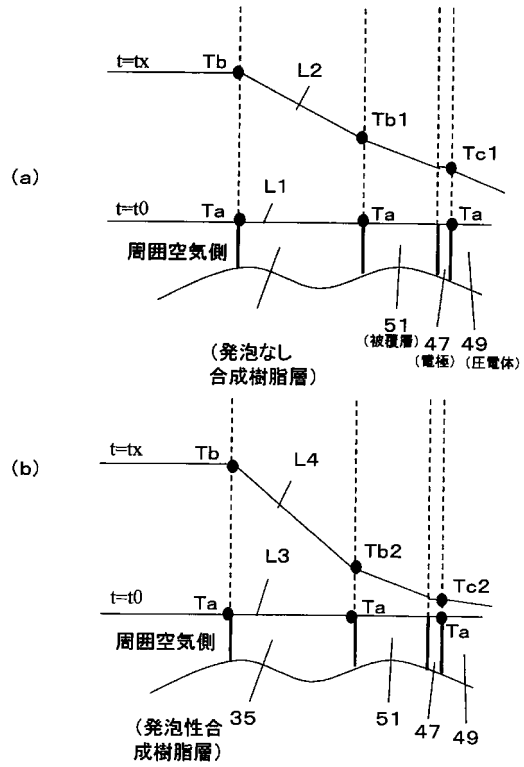
【図 11】



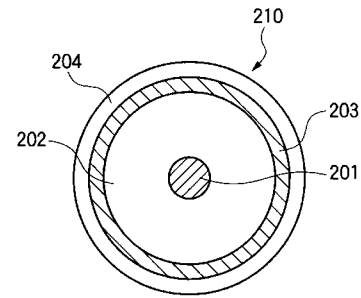
【図 13】



【図 1 4】



【図 1 5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 荻野 弘之

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 植田 茂樹

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

Fターム(参考) 3D127 AA17 AA19 BB01 CB05 CC05 DF03 DF35