

(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2010-44047

(P2010-44047A)

(43) 公開日 平成22年2月25日 (2010.2.25)

(51) Int.Cl.
G01H 17/00 (2006.01)F I
G01H 17/00テーマコード (参考)
2G064

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2009-52337 (P2009-52337)
 (22) 出願日 平成21年3月5日 (2009.3.5)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-183030 (P2008-183030)
 (32) 優先日 平成20年7月14日 (2008.7.14)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000004547
 日本特殊陶業株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
 (74) 代理人 110000291
 特許業務法人コスモス特許事務所
 (72) 発明者 伊藤 慎悟
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
 日本特殊陶業株式会社内
 (72) 発明者 多比良 大輔
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
 日本特殊陶業株式会社内
 (72) 発明者 青井 克樹
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
 日本特殊陶業株式会社内
 Fターム (参考) 2G064 AA14 AB01 AB02 AC22 BA02
 BA07 BA08 BD18 BD69

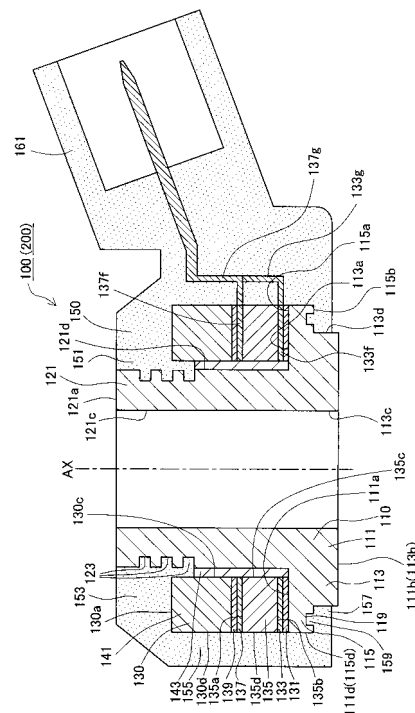
(54) 【発明の名称】 ノッキングセンサ

(57) 【要約】

【課題】 支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を従来よりも向上させることができるノッキングセンサを提供する。

【解決手段】 ノッキングセンサ100は、圧電素子135とこれを支持する支持部材110とこれらを覆う樹脂被覆体150を備える。支持部材110の支持本体部111は、基端側に第1係合部119を有する。また、樹脂被覆体150は、その外側部155に連なり支持本体部111の基端側に回り込み、第1係合部119と互いに係合する第2係合部159を含む回り込み部157を有する。第1、第2係合部119、159は、回り込み部157の沿面方向外側への移動を抑制することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電素子と、

前記圧電素子を直接又は間接に支持する支持面を含む支持本体部を有する支持部材と、
前記支持面に直交する直交方向のうち、前記支持面が向く側を先端側、これとは反対側を基端側とし、

前記支持面に沿う沿面方向のうち、前記圧電素子及び前記支持本体部の外側を向く側を沿面方向外側、前記圧電素子及び前記支持本体部の内側を向く側を沿面方向内側としたとき、

前記圧電素子、及び、前記支持部材の少なくとも一部を覆う樹脂被覆体であって、前記圧電素子の外周及び前記支持本体部の外周を覆う外側部を有する樹脂被覆体と、を備える
ノッキングセンサであって、

前記支持部材の前記支持本体部は、

自身の前記基端側に第 1 係合部を有し、

前記樹脂被覆体は、

前記外側部に連なって前記沿面方向内側に延びて、前記支持本体部の前記基端側に回り込む回り込み部であって、前記第 1 係合部と互いに係合する第 2 係合部を含む回り込み部を有する

ノッキングセンサ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のノッキングセンサであって、

前記回り込み部を、前記支持本体部の外周に沿う環状に設けてなる
ノッキングセンサ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のノッキングセンサであって、

前記沿面方向に見て、前記回り込み部のうち、前記外側部の内周から前記回り込み部の内側端までの最短の回り込み長さを、前記外側部の厚みの、0.3 倍以上 6 倍以下となる

ノッキングセンサ。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載のノッキングセンサであって、

前記第 1 係合部は、

前記先端側に向けて凹み前記基端側に開口する溝状で、前記支持本体部の外周に沿う環状に形成されてなる第 1 係合環状溝部であり、

前記第 2 係合部は、

前記先端側に向けて突出する環形突条状で、前記第 1 係合環状溝部内に入り込んでなる第 2 係合環状突部である

ノッキングセンサ。

【請求項 5】

請求項 1 ～請求項 4 のいずれか一項に記載のノッキングセンサであって、

前記支持本体部は、

自身の基端に位置して前記基端側を向く基端面であって、前記樹脂被覆体に覆われることなく露出してなる基端面を有する

ノッキングセンサ。

【請求項 6】

環状をなす圧電素子と、

前記圧電素子を直接又は間接に支持する支持面を含む支持本体部、及び、この支持本体部から延びて前記圧電素子内に挿通される挿通部を有する支持部材と、

前記支持面に直交する直交方向のうち、前記支持面が向く側を先端側、これとは反対側を基端側とし、

10

20

30

40

50

前記支持面に沿う沿面方向のうち、前記圧電素子及び前記支持本体部の外側を向く側を沿面方向外側、前記圧電素子及び前記支持本体部の内側を向く側を沿面方向内側としたとき、

前記圧電素子、及び、前記支持部材の少なくとも一部を覆う樹脂被覆体であって、前記圧電素子の外周及び前記支持本体部の外周を覆う外側部、並びに、この外側部の前記先端側に連なり前記挿通部の外周先端側を覆う先端側部を有する樹脂被覆体と、を備えるノッキングセンサであって、

前記支持部材及び前記樹脂被覆体は、

前記支持本体部の前記基端側に設けられた第1係合部と、前記外側部に連なって前記沿面方向内側に延びて、前記支持本体部の前記基端側に回り込む基端側回り込み部であって、前記第1係合部と互いに係合する第2係合部を含む基端側回り込み部との組み合わせ、及び、

前記挿通部の前記先端側に設けられた第3係合部と、前記先端側部に含まれ、前記沿面方向内側に延びて、前記挿通部の前記先端側に回り込む先端側回り込み部であって、前記第3係合部と互いに係合する第4係合部を含む先端側回り込み部との組み合わせ、の少なくともいずれかを有するノッキングセンサ。

【請求項7】

請求項6に記載のノッキングセンサであって、

前記支持部材及び前記樹脂被覆体は、

前記第1係合部と前記基端側回り込み部との組み合わせを有し、

前記基端側回り込み部を、前記支持本体部の外周に沿う環状に設けてなるノッキングセンサ。

【請求項8】

請求項7に記載のノッキングセンサであって、

前記沿面方向に見て、前記基端側回り込み部のうち、前記外側部の内周から前記基端側回り込み部の内側端までの最短の回り込み長さを、前記外側部の厚みの、0.3倍以上6倍以下としてなるノッキングセンサ。

【請求項9】

請求項7または請求項8に記載のノッキングセンサであって、

前記第1係合部は、

前記先端側に向けて凹み前記基端側に開口する溝状で、前記支持本体部の外周に沿う環状に形成されてなる第1係合環状溝部であり、

前記第2係合部は、

前記先端側に向けて突出する環形突条状で、前記第1係合環状溝部内に入り込んでなる第2係合環状突部であるノッキングセンサ。

【請求項10】

請求項7～請求項9のいずれか一項に記載のノッキングセンサであって、

前記支持本体部は、

自身の基端に位置して前記基端側を向く基端面であって、前記樹脂被覆体に覆われることなく露出してなる基端面を有するノッキングセンサ。

【請求項11】

請求項6～請求項10のいずれか一項に記載のノッキングセンサであって、

前記支持部材及び前記樹脂被覆体は、

前記第3係合部と前記先端側回り込み部との組み合わせを有し、

前記先端側回り込み部を、前記挿通部の外周に沿う環状に設けてなるノッキングセンサ。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載のノッキングセンサであって、

前記第 3 係合部は、

前記基端側に向けて凹み前記先端側に開口する溝状で、前記挿通部の外周に沿う環状に形成されてなる第 3 係合環状溝部であり、

前記第 4 係合部は、

前記基端側に向けて突出する環状突条状で、前記第 3 係合環状溝部内に入り込んでなる第 4 係合環状突部であるノッキングセンサ。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 または請求項 1 2 に記載のノッキングセンサであって、

前記挿通部は、

自身の先端に位置して前記先端側を向く先端面であって、前記樹脂被覆体に覆われることなく露出してなる先端面を有するノッキングセンサ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関のエンジンブロック等に取り付けられ、内燃機関で発生するノッキングを検知するノッキングセンサに関し、特に、圧電素子と、これを支持する支持部材と、圧電素子及び支持部材の少なくとも一部を覆う樹脂被覆体とを備えるノッキングセンサに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、内燃機関のエンジンブロック等に取り付けられ、内燃機関で発生するノッキングを検知するノッキングセンサが知られている。例えば、特許文献 1、2 に、このようなノッキングセンサが開示されている。

特許文献 1 のノックセンサ（ノッキングセンサ）は、筒状の圧力スリーブ（挿通部）とこの基端に設けられたフランジ状の錨部（支持本体部）とからなる支持部材を備える（特許文献 1 の図 1 及びその説明箇所等を参照）。圧力スリーブの外周には、圧電セラミックプレート（圧電素子）やコンタクトプレート、絶縁プレート、質量体等が配置され、錨部によって支持されている。そして、圧電セラミックプレート等は、モールド成形されたプラスチックケース（樹脂被覆体）により覆われてシールされている。

【0003】

このノックセンサでは、支持部材とプラスチックケースとのシール性を向上させるために、支持部材のうち、圧力スリーブの先端側外周に 2 本の溝を周設している。また、錨部の外周にも 2 本の溝を周設している。

【0004】

特許文献 2 のノックセンサ（ノッキングセンサ）は、円筒状の筒部（挿通部）とこの基端に設けられた錨部（支持本体部）とからなる筒状芯金（支持部材）を備える（特許文献 2 の図 1 及びその説明箇所等を参照）。筒部の外周には、圧電素子や電極板、絶縁板、ウェイト等が配置され、錨部によって支持されている。そして、圧電素子等は、モールド成形された樹脂被覆体により覆われてシールされている。

【0005】

このノックセンサでも、筒状芯金と樹脂被覆体とのシール性を向上させるために、金属芯金のうち、筒部の先端側外周に 2 本の溝を周設している。また、錨部の外周にも 2 本の溝を周設している。更に、このノックセンサでは、各々の溝の形態を、径方向外側に向かうにつれて軸線方向の幅が漸減する形態とすることで、各溝に入り込んだ樹脂を抜け難くし、樹脂被覆体を剥がれ難くしている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特表2003-517593号公報

【特許文献2】特開2004-257834号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1のノックセンサのみならず、筒状芯金と樹脂被覆体とのシール性を改良した特許文献2のノックセンサでも、依然として十分なシールの耐久性を確保することが困難であった。しかも、特許文献2のノックセンサは、上記溝の加工が難しいという問題もある。

10

【0008】

本発明は、かかる現状に鑑みてなされたものであって、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を向上させることができるノッキングセンサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

その解決手段は、圧電素子と、前記圧電素子を直接又は間接に支持する支持面を含む支持本体部を有する支持部材と、前記支持面に直交する直交方向のうち、前記支持面が向く側を先端側、これとは反対側を基端側とし、前記支持面に沿う沿面方向のうち、前記圧電素子及び前記支持本体部の外側を向く側を沿面方向外側、前記圧電素子及び前記支持本体部の内側を向く側を沿面方向内側としたとき、前記圧電素子、及び、前記支持部材の少なくとも一部を覆う樹脂被覆体であって、前記圧電素子の外周及び前記支持本体部の外周を覆う外側部を有する樹脂被覆体と、を備えるノッキングセンサであって、前記支持部材の前記支持本体部は、自身の前記基端側に第1係合部を有し、前記樹脂被覆体は、前記外側部に連なって前記沿面方向内側に延びて、前記支持本体部の前記基端側に回り込む回り込み部であって、前記第1係合部と互いに係合する第2係合部を含む回り込み部を有するノッキングセンサである。

20

【0010】

従来技術に係るノッキングセンサにおいては、樹脂被覆体を構成する樹脂材料に経年劣化が進行すると、樹脂被覆体のうち圧電素子や支持部材の支持本体部の外周を覆う外側部が、支持本体部の外周の下側（基端側）から剥がれて、樹脂被覆体の外側部と支持本体部の外周との間に隙間が生じることがあった。この理由は、以下のものと考えられる。ノッキングセンサが高温環境下に長期間晒されたり、冷熱サイクルの繰り返しにあうと、樹脂被覆体を構成する樹脂材料に経年劣化が進行し、樹脂被覆体に収縮（所謂、熱やせ）が生じるが、この収縮はノッキングセンサの構造上、主に外側部の支持面に直交する直交方向に大きく生じる。特に、上記直交方向に沿った方向の外側部の寸法（高さ）が大きいほど、収縮の程度が大きくなる傾向にある。そして、樹脂被覆体（外側部）が上記略直交方向に収縮すると、支持本体部の外周に設けられた溝に入り込んだ外側部の一部が溝から抜ける方向に移動してしまい、樹脂被覆体のうち支持本体部の外周を覆う外側部が、支持本体部の外周の下側（基端側）から剥がれてしまうのである。そこで、本発明者は、樹脂被覆体の外側部における収縮に対しても、樹脂被覆体と支持部材とのシール性を十分に維持できるノッキングセンサを鋭意検討して、本発明に至った。

30

40

【0011】

即ち、本発明のノッキングセンサでは、樹脂被覆体に、その外側部に連なり、支持部材の支持本体部の基端側に回り込む回り込み部を設けている。このノッキングセンサによれば、樹脂被覆体を構成する樹脂材料に経年劣化が進行し、樹脂被覆体（特に外側部）に、支持面に直交する直交方向への収縮が生じてても、外側部に連なる回り込み部が支持本体部の基端側に位置することにより、外側部の上記略直交方向の収縮が制限される。

【0012】

更に、本発明では、支持本体部の基端側に第1係合部を設け、回り込み部に第1係合部

50

と互いに係合する第2係合部を設けている。これにより、外側部の上記略直交方向への収縮が少なからず生じてても、支持本体部に対する回り込み部の沿面方向外側への相対的な移動を、第1, 第2係合部同士の互いの係合により抑制することができる。

従って、本発明によれば、外側部に連なる回り込み部を支持本体部の基端側に位置させてなることによる効果と、回り込み部に、支持本体部の基端側の第1係合部に係合する第2係合部を設けたことによる効果とが相俟って、樹脂被覆体（特に外側部）に経年変化に起因する収縮が生じたとしても、樹脂被覆体が支持本体部の外周から剥がれることを効果的に防止できる。その結果、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を従来よりも向上させることができる。

【0013】

なお、「支持部材」の形態としては、例えば、支持面を含む環状の支持本体部のみからなるものや、支持面を含む環状の支持本体部の他に、環状の圧電素子の内側を挿通する筒状の筒状部（挿通部）を設けたものなどが挙げられる。また、「支持部材」の材質は、内燃機関の振動に対する剛性などを考慮して適宜選択すればよく、例えば、金属やセラミック、樹脂等から適切な材質を選択すればよい。

また、「支持部材」は、その支持面により直接又は間接に圧電素子を支持するものである。間接に圧電素子を支持する形態としては、例えば、支持面と圧電素子との間に、電極部材や絶縁板等の他部材を介在させる形態が挙げられる。

【0014】

「樹脂被覆体」の材質は、支持部材とのシール性や耐熱性などを考慮して、適宜選択すればよい。また、「樹脂被覆体」としては、例えば、モールド成形されたものが挙げられる。

樹脂被覆体の「回り込み部」の形態としては、例えば、後述するように、支持本体部の外周に沿う環状に設けたものの他、支持本体部の外周に沿って断続的に複数設けたものなどが挙げられる。

【0015】

支持部材の「第1係合部」及び樹脂被覆体の「第2係合部」は、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性等を考慮して、その形態を適宜変更できる。

例えば、「第1係合部」として、支持本体部の外周に沿う環状に形成され、或いは、支持本体部の外周に沿って複数並べて形成され、先端側に向けて凹み基端側に開口する溝状の係合溝部を設けることができる。そして、これに係合する「第2係合部」として、先端側に向けて突出し、上記係合溝部に入り込む係合突部を設けることができる。

【0016】

また、「第1係合部」として、支持本体部の外周に沿う環状に形成され、或いは、支持本体部の外周に沿って複数並べて形成され、基端側に向けて突出する係合突部を設けることができる。そして、これに係合する「第2係合部」として、基端側に向けて凹み先端側に開口する溝状で、上記係合突部が入り込む係合溝部を設けることができる。

【0017】

また、「第1係合部」として、支持本体部の外周に沿う環状に形成され、或いは、支持本体部の外周に沿って複数並べて形成され、沿面方向内側に向かうにつれて先端側に向けて大きく凹む係合テーパ状凹部を設けることができる。そして、これに係合する「第2係合部」として、沿面方向内側に向かうにつれて先端側に向けて大きく突出し、上記係合テーパ状凹部に入り込む係合テーパ状凸部を設けることができる。

また、「第1係合部」及び「第2係合部」として、上記の係合溝部、係合突部、係合テーパ状凹部及び係合テーパ状凸部のうち、2種以上を組み合わせ設けることもできる。

なお、後述する「第3係合部」及び「第4係合部」の形態についても、「第1係合部」及び「第2係合部」と同様である。

【0018】

更に、上記のノッキングセンサであって、前記回り込み部を、前記支持本体部の外周に沿う環状に設けてなるノッキングセンサとすると良い。

10

20

30

40

50

【0019】

本発明のノッキングセンサでは、回り込み部を、支持本体部の外周に沿う環状に設けているので、これに連なる外側部は、全周にわたって支持面に直交する直交方向の収縮が制限される。従って、外側部が支持本体部の外周から剥がれることを更に確実に防止できるので、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を更に向上させることができる。

【0020】

更に、上記のノッキングセンサであって、前記沿面方向に見て、前記回り込み部のうち、前記外側部の内周から前記回り込み部の内側端までの最短の回り込み長さを、前記外側部の厚みの、0.3倍以上6倍以下としてなるノッキングセンサとすると良い。

【0021】

本発明のノッキングセンサでは、樹脂被覆体のうち、回り込み部の回り込み長さを、外側部の厚みの0.3倍以上6倍以下としている。このようにすることで、この回り込み部が支持本体部から剥がれることを更に効果的に防止できるので、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を更に向上させることができる。

【0022】

更に、上記のいずれか記載のノッキングセンサであって、前記第1係合部は、前記先端側に向けて凹み前記基端側に開口する溝状で、前記支持本体部の外周に沿う環状に形成されてなる第1係合環状溝部であり、前記第2係合部は、前記先端側に向けて突出する環形突条状で、前記第1係合環状溝部内に入り込んでなる第2係合環状突部であるノッキングセンサとすると良い。

【0023】

本発明のノッキングセンサでは、第1係合部が上述の第1係合環状溝部であり、第2係合部がこの第1係合環状溝部内に入り込む上述の第2係合環状突部であるので、全周にわたり第1係合部と第2係合部とを互いに係合させることができる。しかも、溝部に突部を入り込ませて係合させているので、第1係合部と第2係合部とを確実に係合させることができる。従って、回り込み部が沿面方向外側に移動して支持本体部から剥がれることを更に効果的に防止できるので、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を更に向上させることができる。

【0024】

更に、上記のいずれかに記載のノッキングセンサであって、前記支持本体部は、自身の基端に位置して前記基端側を向く基端面であって、前記樹脂被覆体に覆われることなく露出してなる基端面を有するノッキングセンサとすると良い。

【0025】

本発明のノッキングセンサでは、樹脂被覆体が支持本体部の基端側に回り込む回り込み部を有するにも拘わらず、支持本体部の基端面は樹脂被覆体（回り込み部等）に覆われることなく露出する形態としている。このため、このノッキングセンサを内燃機関のエンジンブロック等に取り付ける際に、支持本体部の基端面を、樹脂被覆体を介在させることなく、エンジンブロック等の取付部に直接当接させることができる。これにより、内燃機関で生じる振動がノッキングセンサに伝わりやすくなるので、ノッキングをより精度良く検知できる。

【0026】

また、他の解決手段は、環状をなす圧電素子と、前記圧電素子を直接又は間接に支持する支持面を含む支持本体部、及び、この支持本体部から延びて前記圧電素子内に挿通される挿通部を有する支持部材と、前記支持面に直交する直交方向のうち、前記支持面が向く側を先端側、これとは反対側を基端側とし、前記支持面に沿う沿面方向のうち、前記圧電素子及び前記支持本体部の外側を向く側を沿面方向外側、前記圧電素子及び前記支持本体部の内側を向く側を沿面方向内側としたとき、前記圧電素子、及び、前記支持部材の少なくとも一部を覆う樹脂被覆体であって、前記圧電素子の外周及び前記支持本体部の外周を覆う外側部、並びに、この外側部の前記先端側に連なり前記挿通部の外周先端側を覆う先端側部を有する樹脂被覆体と、を備えるノッキングセンサであって、前記支持部材及び前

10

20

30

40

50

記樹脂被覆体は、前記支持本体部の前記基端側に設けられた第1係合部と、前記外側部に連なって前記沿面方向内側に延びて、前記支持本体部の前記基端側に回り込む基端側回り込み部であって、前記第1係合部と互いに係合する第2係合部を含む基端側回り込み部との組み合わせ、及び、前記挿通部の前記先端側に設けられた第3係合部と、前記先端側部に含まれ、前記沿面方向内側に延びて、前記挿通部の前記先端側に回り込む先端側回り込み部であって、前記第3係合部と互いに係合する第4係合部を含む先端側回り込み部との組み合わせ、の少なくともいずれかを有するノッキングセンサである。

【0027】

従来技術に係るノッキングセンサにおいては、樹脂被覆体を構成する樹脂材料に経年劣化が進行すると、樹脂被覆体のうち圧電素子や支持部材の外周を覆う外側部が、支持部材のうちの支持本体部の外周の下側（基端側）から剥がれて、樹脂被覆体の外側部と支持本体部の外周との間に隙間が生じることがあった。或いは、樹脂被覆体の先端側部が、支持部材のうちの挿通部の外周先端側から剥がれて、樹脂被覆体の先端側部と挿通部の外周先端側との間に隙間が生じることがあった。この理由は、前述した通りである。

【0028】

これに対し、本発明のノッキングセンサでは、樹脂被覆体に、その外側部に連なり、支持部材の支持本体部の基端側に回り込む基端側回り込み部、及び、外側部に連なる先端側部に含まれ、支持部材の挿通部の先端側に回り込む先端側回り込み部の少なくともいずれかを設けている。このノッキングセンサによれば、樹脂被覆体を構成する樹脂材料に経年劣化が進行し、樹脂被覆体（特に外側部）に、支持面に直交する直交方向への収縮が生じても、外側部に連なる基端側回り込み部が支持本体部の基端側に位置することにより、外側部の上記略直交方向の収縮が制限される。或いは、外側部に連なる先端側部の先端側回り込み部が挿通部の先端側に位置することにより、外側部の上記略直交方向の収縮が制限される。

【0029】

更に、本発明では、支持本体部の基端側に第1係合部を設け、基端側回り込み部に第1係合部と互いに係合する第2係合部を設けている。或いは、挿通部の先端側に第3係合部を設け、先端側回り込み部に第3係合部と互いに係合する第4係合部を設けている。これにより、外側部の上記略直交方向への収縮が少なからず生じても、支持本体部に対する基端側回り込み部の沿面方向外側への相対的な移動を、第1、第2係合部同士の互いの係合により抑制することができる。或いは、挿通部に対する先端側回り込み部の沿面方向外側への相対的な移動を、第3、第4係合部同士の互いの係合により抑制することができる。

【0030】

従って、本発明によれば、外側部に連なる基端側回り込み部を支持本体部の基端側に位置させてなることによる効果と、基端側回り込み部に、支持本体部の基端側の第1係合部に係合する第2係合部を設けたことによる効果とが相俟って、樹脂被覆体（特に外側部）に経年変化に起因する収縮が生じたとしても、樹脂被覆体が支持本体部の外周から剥がれることを効果的に防止できる。或いは、外側部に連なる先端側部の先端側回り込み部を挿通部の先端側に位置させてなることによる効果と、先端側回り込み部に、挿通部の先端側の第3係合部に係合する第4係合部を設けたことによる効果とが相俟って、樹脂被覆体（特に外側部）に経年変化に起因する収縮が生じたとしても、樹脂被覆体が挿通部の外周先端側から剥がれることを効果的に防止できる。

よって、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を従来よりも向上させることができる。

【0031】

なお、「基端側回り込み部」の形態としては、例えば、後述するように、支持本体部の外周に沿う環状に設けたものの他、支持本体部の外周に沿って断続的に複数設けたものなどが挙げられる。また、「先端側回り込み部」の形態としては、例えば、後述するように、挿通部の外周に沿う環状に設けたものの他、挿通部の外周に沿って断続的に複数設けたものなどが挙げられる。

10

20

30

40

50

【0032】

上記のノッキングセンサであって、前記支持部材及び前記樹脂被覆体は、前記第1係合部と前記基端側回り込み部との組み合わせを有するノッキングセンサとすると良い。

そして、前記基端側回り込み部を、前記支持本体部の外周に沿う環状に設けてなるノッキングセンサとすると良い。

【0033】

本発明のノッキングセンサでは、基端側回り込み部を、支持本体部の外周に沿う環状に設けているので、これに連なる外側部は、全周にわたって支持面に直交する直交方向の収縮が制限される。従って、外側部が支持本体部の外周から剥がれることを更に確実に防止できるので、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を更に向上させることができる。

10

【0034】

更に、上記のノッキングセンサであって、前記沿面方向に見て、前記基端側回り込み部のうち、前記外側部の内周から前記基端側回り込み部の内側端までの最短の回り込み長さを、前記外側部の厚みの、0.3倍以上6倍以下としてなるノッキングセンサとすると良い。

【0035】

本発明のノッキングセンサでは、樹脂被覆体のうち、基端側回り込み部の回り込み長さを、外側部の厚みの0.3倍以上6倍以下としている。このようにすることで、この基端側回り込み部が支持本体部から剥がれることを更に効果的に防止できるので、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を更に向上させることができる。

20

【0036】

更に、上記のノッキングセンサであって、前記第1係合部は、前記先端側に向けて凹み前記基端側に開口する溝状で、前記支持本体部の外周に沿う環状に形成されてなる第1係合環状溝部であり、前記第2係合部は、前記先端側に向けて突出する環状突条状で、前記第1係合環状溝部内に入り込んでなる第2係合環状突部であるノッキングセンサとすると良い。

【0037】

本発明のノッキングセンサでは、第1係合部が上述の第1係合環状溝部であり、第2係合部がこの第1係合環状溝部内に入り込む上述の第2係合環状突部であるので、全周にわたり第1係合部と第2係合部とを互いに係合させることができる。しかも、溝部に突部を入り込ませて係合させているので、第1係合部と第2係合部とを確実に係合させることができる。従って、基端側回り込み部が沿面方向外側に移動して支持本体部から剥がれることを更に効果的に防止できるので、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を更に向上させることができる。

30

【0038】

更に、上記のいずれかに記載のノッキングセンサであって、前記支持本体部は、自身の基端に位置して前記基端側を向く基端面であって、前記樹脂被覆体に覆われることなく露出してなる基端面を有するノッキングセンサとすると良い。

【0039】

本発明のノッキングセンサでは、樹脂被覆体が支持本体部の基端側に回り込む基端側回り込み部を有するにも拘わらず、支持本体部の基端面が、樹脂被覆体（基端側回り込み部等）に覆われることなく露出する形態としている。このため、このノッキングセンサを内燃機関のエンジンプロック等に取り付ける際に、支持本体部の基端面を、樹脂被覆体を介在させることなく、エンジンプロック等の取付部に直接当接させることができる。これにより、内燃機関で生じる振動がノッキングセンサに伝わりやすくなるので、ノッキングをより精度良く検知できる。

40

【0040】

更に、上記のいずれかに記載のノッキングセンサであって、前記支持部材及び前記樹脂被覆体は、前記第3係合部と前記先端側回り込み部との組み合わせを有するノッキングセンサとすると良い。

50

そして、前記先端側回り込み部を、前記挿通部の外周に沿う環状に設けてなるノッキングセンサとすると良い。

【0041】

本発明のノッキングセンサでは、先端側部の先端側回り込み部を、挿通部の外周に沿う環状に設けているので、先端側部に連なる外側部は、全周にわたって支持面に直交する直交方向の収縮が制限される。従って、先端側部が挿通部の外周先端側から剥がれることを更に確実に防止できるので、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を更に向上させることができる。

【0042】

更に、上記のノッキングセンサであって、前記第3係合部は、前記基端側に向けて凹み前記先端側に開口する溝状で、前記挿通部の外周に沿う環状に形成されてなる第3係合環状溝部であり、前記第4係合部は、前記基端側に向けて突出する環状突条状で、前記第3係合環状溝部内に入り込んでなる第4係合環状突部であるノッキングセンサとすると良い。

【0043】

本発明のノッキングセンサでは、第3係合部が上述の第3係合環状溝部であり、第4係合部がこの第3係合環状溝部内に入り込む上述の第4係合環状突部であるので、全周にわたり第3係合部と第4係合部とを互いに係合させることができる。しかも、溝部に突部を入り込ませて係合させているので、第3係合部と第4係合部とを確実に係合させることができる。従って、先端側回り込み部が沿面方向外側に移動して挿通部から剥がれることを更に効果的に防止できるので、支持部材と樹脂被覆体とのシールの耐久性を更に向上させることができる。

【0044】

更に、上記のいずれかに記載のノッキングセンサであって、前記挿通部は、自身の先端に位置して前記先端側を向く先端面であって、前記樹脂被覆体に覆われることなく露出してなる先端面を有するノッキングセンサとすると良い。

【0045】

本発明のノッキングセンサでは、樹脂被覆体が挿通部の先端側に回り込む先端側回り込み部を有するにも拘わらず、挿通部の先端面が、樹脂被覆体（先端側回り込み部等）に覆われることなく露出する形態としている。このため、このノッキングセンサを内燃機関のエンジブロック等に取り付ける際に、取り付け用ボルト等の取付用部材を、樹脂被覆体を介在させることなく、挿通部の先端面に直接当接させることができる。これにより、ノッキングセンサを内燃機関により確実に取り付けることができる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】実施形態1に係るノッキングセンサの断面図である。

【図2】実施形態1に係るノッキングセンサのうち、樹脂被覆体の回り込み部（基端側回り込み部）付近の部分拡大断面図である。

【図3】実施形態2に係るノッキングセンサのうち、樹脂被覆体の回り込み部（基端側回り込み部）付近の部分拡大断面図である。

【図4】実施形態3に係るノッキングセンサの断面図である。

【図5】実施形態3に係るノッキングセンサのうち、樹脂被覆体の回り込み部（基端側回り込み部）付近の部分拡大断面図である。

【図6】実施形態4に係るノッキングセンサの断面図である。

【図7】実施形態4に係るノッキングセンサのうち、樹脂被覆体の回り込み部（先端側回り込み部）付近の部分拡大断面図である。

【図8】実施形態4に係るノッキングセンサのうち、樹脂被覆体の回り込み部（基端側回り込み部）付近の部分拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0047】

10

20

30

40

50

(実施形態 1)

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。図 1 に、本実施形態 1 に係るロッキングセンサ 100 を示す。また、図 2 に、このロッキングセンサ 100 のうち、樹脂被覆体 150 の回り込み部（基端側回り込み部）157 付近を示す。なお、図 1 及び図 2 においては、図中、上側が軸線 AX 方向（後述する支持面 111a に直交する直交方向）の先端側であり、図中、下側が軸線 AX 方向の基端側である。

このロッキングセンサ 100 は、支持部材 110 と、この支持部材 110 により支持される圧電素子 135 を含む圧電機構部 130 と、支持部材 110 及び圧電機構部 130 を覆う樹脂被覆体 150 とから構成されている。

【0048】

このうち支持部材 110 は、金属（具体的には、熱膨張係数が $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ である炭素鋼）から一体的に形成されている。支持部材 110 は、軸線 AX を有する円環状の支持本体部 111 と、この支持本体部 111 よりも外径が小さく、この支持本体部 111 から軸線 AX に沿って先端側（図中、上方）に延びる円筒状の筒状部（挿通部）121 とからなる。

支持本体部 111 は、径方向内側（後述する支持面 111a に沿う沿面方向のうちの沿面方向内側）に位置する第 1 環状部 113 と、この第 1 環状部 113 の径方向外側（沿面方向外側）に位置し、軸線 AX 方向の長さが第 1 環状部 113 よりも小さく（約半分）にされた第 2 環状部 115 とからなる。

【0049】

第 1 環状部 113 は、先端側を向く先端面 113a と、基端側を向く基端面 113b と、径方向内側（沿面方向内側）を向く内周面 113c と、径方向外側（沿面方向外側）を向く外周面 113d とを有する。また、第 2 環状部 115 は、先端側を向く先端面 115a と、基端側を向く基端面 115b と、径方向外側を向く外周面 115d とを有する。

そして、第 1 環状部 113 の先端面 113a と第 2 環状部 115 の先端面 115a とが面一となって、支持本体部 111 の支持面 111a を構成している。また、第 1 環状部 113 の基端面 113b が、支持本体部 111 の座面（基端面）111b となっている。この座面 111b は、後述する樹脂被覆体 150 に覆われることなく露出している。また、第 2 環状部 115 の外周面 115d が、支持本体部 111 の外周面（最外周面）111d となっている。支持面 111a は、後述する圧電素子 135 等を支持する面である。また、座面 111b は、内燃機関のシリンダブロックに設けられたセンサ取付部（不図示）に当接される面である。

【0050】

支持本体部 111 のうち、第 2 環状部 115 の基端面 115b には、先端側に向けて凹み基端側に開口する溝状で、支持本体部 111 の外周面 111d に沿う環状に形成された第 1 係合環状溝部（第 1 係合部）119 が設けられている。この第 1 係合環状溝部 119 の大きさは、内径 $\phi 20\text{ mm}$ 、外径 $\phi 22\text{ mm}$ 、幅 1 mm 、深さ 0.5 mm である。この第 1 係合環状溝部 119 には、後述する第 2 係合環状突部 159 が入り込んで互いに密着しつつ係合している。

【0051】

支持本体部 111 の筒状部 121 は、自身の先端に位置して先端側を向く先端面 121a と、径方向内側を向く内周面 121c と、径方向外側を向く外周面 121d とを有する。先端面 121a は、後述する樹脂被覆体 150 に覆われることなく露出している。また、この筒状部 121 の外周面 121d のうち、先端側の所定位置には、後述する樹脂被覆体 150 との密着性を高めるために、それぞれ環状をなす 3 本の環状溝部 123、123、123 が互いに平行に凹設されている。

【0052】

次に、圧電機構部 130 について説明する。圧電機構部 130 は、基端側絶縁板 131、基端側電極部材 133、圧電素子 135、先端側電極部材 137、先端側絶縁板 139 及び錘部材 141 が、基端側から先端側にこの順に積層されることにより構成されている

10

20

30

40

50

。

このうち基端側絶縁板 131 は、絶縁材料（具体的には、PBT）からなる円環板状をなし、支持部材 110 の筒状部 121 を内側に挿通しつつ、支持部材 110 の支持本体部 111 の支持面 111a 上に配置されている。この基端側絶縁板 131 は、支持部材 110 と次述する基端側電極部材 133 とを電氣的に絶縁するものである。

【0053】

基端側電極部材 133 は、金属材料（具体的には、熱膨張係数が $2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ である黄銅）からなり、支持部材 110 の筒状部 121 を内側に挿通しつつ、基端側絶縁板 131 の先端側に配置されている。この基端側電極部材 133 は、円環板状の環状部 133f と、この環状部 133f から径方向外側に延出する端子部 133g とからなる。環状部 133f は、基端側絶縁板 131 と次述する圧電素子 135 との間に挟まれて、圧電素子 135 の基端面 135b に当接している。一方、端子部 133g は、環状部 133f から後述するコネクタ部 161 まで所定位置で折り曲げられながら延出しており、圧電素子 135 の基端面 135b から出力される電気信号の通電経路を構成している。

【0054】

圧電素子 135 は、圧電効果を有する材料（具体的には、熱膨張係数が $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ である PZT）からなる円環状をなし、支持部材 110 の筒状部 121 を内側に挿通しつつ、基端側電極部材 133 の先端側に配置されている。この圧電素子 135 は、先端面 135a と、その裏面をなす基端面 135b と、これらの面を結ぶ内周面 135c 及び外周面 135d を有する。

【0055】

先端側電極部材 137 は、金属材料（具体的には、熱膨張係数が $2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ である黄銅）からなり、支持部材 110 の筒状部 121 を内側に挿通しつつ、圧電素子 135 の先端面 135a 上に配置されている。この先端側電極部材 137 は、円環板状の環状部 137f と、この環状部 137f から径方向外側に延出する端子部 137g とからなる。環状部 137f は、圧電素子 135 と次述する先端側絶縁板 139 との間に挟まれて、圧電素子 135 の先端面 135a に当接している。一方、端子部 137g は、環状部 137f から後述するコネクタ部 161 まで所定の位置で折り曲げられながら延出しており、圧電素子 135 の先端面 135a から出力される電気信号の通電経路を構成している。

【0056】

先端側絶縁板 139 は、絶縁材料（具体的には、PET）からなる円環板状をなし、支持部材 110 の筒状部 121 を内側に挿通しつつ、先端側電極部材 137 の先端側に配置されている。この先端側絶縁板 139 は、先端側電極部材 137 と次述する錘部材 141 とを電氣的に絶縁するものである。

【0057】

錘部材 141 は、金属材料（具体的には、熱膨張係数が $2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ である真鍮）からなる円環状をなし、支持部材 110 の筒状部 121 を内側に挿通しつつ、先端側絶縁板 139 の先端側に配置されている。この錘部材 141 は、先端側絶縁板 139 を基端側に押圧し、圧電素子 135 に所定の荷重を付加した状態で、次述する接着材 143 により支持部材 110 の筒状部 121 に固定されている。

【0058】

上述した圧電機構部 130（基端側絶縁板 131、基端側電極部材 133、圧電素子 135、先端側電極部材 137、先端側絶縁板 139 及び錘部材 141）の内周面 130c と、支持部材 110 の筒状部 121 の外周面 121d との隙間には、接着材 143 が充填形成されている。この接着材 143 により、圧電機構部 130 を構成する基端側絶縁板 131、基端側電極部材 133、圧電素子 135、先端側電極部材 137、先端側絶縁板 139 及び錘部材 141 と、筒状部 121 の外周面 121d とが、それぞれ互いに固定されている。

【0059】

次に、樹脂被覆体 150 について説明する。この樹脂被覆体 150 は、絶縁性樹脂（具

10

20

30

40

50

体的には、熱膨張係数が $6 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ であるポリアミド樹脂)をモールド成形したものである。

この樹脂被覆体 150 は、概略円筒状をなす素子被覆部 151 と、この素子被覆部 151 から外側に延出し、外部機器(例えばエンジン制御装置など)の外コネクタを接続するためのコネクタ部 161 とからなる。

このうち素子被覆部 151 は、支持部材 110 の先端側と基端側にそれぞれ密着して、素子被覆部 151 と支持部材 110 との間に圧電機構部 130 全体をシールしている。この素子被覆部 151 は、先端側に位置する先端側部 153 と、この先端側部 153 の基端側に連なる外側部 155 と、この外側部 155 に連なる回り込み部(基端側回り込み部) 157 とからなる。

10

【0060】

先端側部 153 は、先端側ほど径が小さくなるテーパ形状を有する環状をなす。この先端側部 153 は、圧電機構部 130 の先端面 130a (錘部材 141 の先端面)に密着してこれを覆うと共に、支持部材 110 の筒状部 121 のうち外周面 121d の先端側部分に密着してこれを覆っている。筒状部 121 の外周面 121d の先端側部分には、前述のように、3本の環状溝部 123, 123, 123 が形成されているので、この部分で樹脂被覆体 150 (先端側部 153) と支持部材 110 (筒状部 121) との密着性が向上し、シール性が高くなっている。

【0061】

外側部 155 は、径方向の厚み d_1 (具体的には 1.5mm) が一定の円筒状をなす。この外側部 155 は、圧電機構部 130 の外周面 130d、及び、支持部材 110 の支持本体部 111 の外周面 111d (第2環状部 115 の外周面 115d) に密着してこれらを覆っている。

20

【0062】

回り込み部 157 は、外側部 155 に連なって径方向内側に延びると共に、支持本体部 111 の外周面 111d に沿う環状に設けられている。この回り込み部 157 は、支持本体部 111 の基端側、より詳細には、第2環状部 115 の基端面 115b 側に回り込み、この基端面 115b に密着してこれを覆っている。この回り込み部 157 のうち、第2環状部 115 の基端面 115b に回り込んだ回り込み長さ m_1 、詳細には、径方向に見たときの、外側部 155 の内周面 155c から回り込み部 157 の内側端面 157c までの最短の回り込み長さ m_1 は、 1.5mm である。

30

【0063】

また、回り込み部 157 には、先端側に向けて突出する突条状で、この回り込み部 157 の内側端面 157c に沿う環状に形成された第2係合環状突部(第2係合部) 159 が設けられている。この第2係合環状突部 159 の大きさは、内径 $\phi 20\text{mm}$ 、外径 $\phi 22\text{mm}$ 、幅 1mm 、高さ 0.5mm である。この第2係合環状突部 159 は、支持本体部 111 (第2環状部 115) の基端側に設けられた第1係合環状溝部 119 に入り込んで互いに密着しつつ係合している。

【0064】

このノッキングセンサ 100 は、支持部材 110 の座面 111b を、内燃機関のシリンダブロックの取付部に当接させて、図示しないボルトを支持部材 110 の内側に先端側から挿通して内燃機関に取り付けられる。

40

内燃機関でノッキングなどの異常振動が生じると、その異常振動が支持部材 110 の支持本体部 111 を介して圧電機構部 130 の圧電素子 135 に達する。そして、その異常振動に応じて圧電素子 135 から出力される電気信号が、基端側電極部材 133 及び先端側電極部材 137 から外部機器に対して出力される。

【0065】

なお、このノッキングセンサ 100 では、樹脂被覆体 150 が支持本体部 111 の基端側に回り込む回り込み部 157 を有するにも拘わらず、支持本体部 111 の座面 111b が、樹脂被覆体 150 (回り込み部 157 等)に覆われることなく露出している。このた

50

め、このノッキングセンサ100を内燃機関に取り付ける際に、支持本体部111の座面111bを、樹脂被覆体150を介在させることなく、エンジンブロックの取付部に直接当接させることができる。これにより、内燃機関で生じる振動がノッキングセンサに伝わりやすくなるので、ノッキングをより精度良く検知できる。

【0066】

このノッキングセンサ100は、高温環境下に長期間晒されたり、冷熱サイクルの繰り返しを受けると、樹脂被覆体150を構成する樹脂材料に経年劣化が進行し、樹脂被覆体150に収縮（所謂、熱やせ）が生じる。特に、この経年劣化に伴う収縮は、主として外側部155の軸線AX方向に沿って大きく生じるので、樹脂被覆体150の外側部155が、支持本体部111の外周面111dの下側（基端側）から剥がれようとする。

10

【0067】

これに対し、本実施形態1では、樹脂被覆体150に外側部155に連なる回り込み部157を設け、しかも、この回り込み部157の回り込み長さm1を、外側部155の厚みd1の0.3倍以上6倍以下（具体的には1倍）としている。このような回り込み部157が支持本体部111の基端側に位置することにより、外側部155の軸線AX方向の収縮が制限されるので、外側部155が軸線AX方向に大きく収縮して支持本体部111の外周面111dから剥がれることを防止できる。

【0068】

更に、外側部155に連なる回り込み部157は、前述した第1係合環状溝部119と第2係合環状突部159とが互いに係合し、第2係合環状突部159が径方向に移動できなくなっている。このため、樹脂被覆体150が経年変化により収縮しても、支持本体部111に対する回り込み部157の径方向外側への相対的な移動を効果的に防止でき、この回り込み部157が移動して支持本体部111から剥がれることを効果的に防止できる。従って、これに連なる外側部155が軸線AX方向に大きく収縮して支持本体部111の外周面111dから剥がれることも効果的に防止できる。

20

【0069】

このように本実施形態1では、外側部155に連なる回り込み部157を支持本体部111の基端側に位置させてなることによる効果と、この回り込み部157に、支持本体部111の基端側の第1係合環状溝部119に係合する第2係合環状突部159を設けたことによる効果とが相俟って、樹脂被覆体150（特に外側部155）に経年変化に起因する収縮が生じたとしても、樹脂被覆体150が支持本体部111の外周面111dから剥がれることを効果的に防止できる。よって、支持部材110と樹脂被覆体150とのシールの耐久性を十分に向上させることができる。

30

【0070】

また、本実施形態1では、支持部材110に環状に第1係合環状溝部119を設ける一方、樹脂被覆体150にこの第1係合環状溝部119内に入り込む環状の第2係合環状突部159を設けているので、全周にわたり第1係合環状溝部119と第2係合環状突部159とを互いに係合させることができる。しかも、溝部に突部を入り込ませて係合させているので、第1係合環状溝部119と第2係合環状突部159とを確実に係合させることができる。従って、回り込み部157が径方向外側に移動して支持本体部111から剥がれることを更に効果的に防止できるので、支持部材110と樹脂被覆体150とのシールの耐久性を更に向上させることができる。

40

【0071】

次いで、このノッキングセンサ100の製造方法について説明する。

まず、支持部材110の筒状部121を内側に挿通させつつ、支持本体部111の支持面111a上に、基端側絶縁板131、基端側電極部材133、圧電素子135、先端側電極部材137、先端側絶縁板139及び錘部材141を、基端側から先端側にこの順に積層する。

【0072】

次に、この圧電機構部130（基端側絶縁板131、基端側電極部材133、圧電素子

50

135、先端側電極部材137、先端側絶縁板139及び錘部材141)の内周面130cと、筒状部121の外周面121dとの隙間に、接着材143を充填する。その際、錘部材141を基端側に押圧して、圧電素子135に所定の荷重を付加した状態で、圧電機構部130の各部材を筒状部121に接着固定する。

次に、この構成部品を射出成型用金型で取り囲み、この構成部品を覆うように絶縁製樹脂を射出成形して、樹脂被覆体150を形成する。かくして、ノッキングセンサ100が完成する。

【0073】

(実施形態2)

次いで、第2の実施の形態について説明する。図3に、本実施形態2に係るノッキングセンサ200のうち、樹脂被覆体250の回り込み部(基端側回り込み部)257付近を示す。本実施形態2のノッキングセンサ200は、支持部材210の支持本体部211のうちの第2環状部215の形態が、上記実施形態1に係る支持部材110の支持本体部111のうちの第2環状部115の形態と異なる。また、樹脂被覆体250の回り込み部257の形態が、上記実施形態1に係る樹脂被覆体150の回り込み部157の形態と異なる。それ以外は、基本的に上記実施形態1と同様であるので、上記実施形態1と同様な部分の説明は、省略又は簡略化する。

【0074】

本実施形態2に係るノッキングセンサ200は、支持部材210と、上記実施形態1と同様な圧電機構部130と、これらを覆う樹脂被覆体250とから構成されている。

このうち支持部材210は、環状の支持本体部211と、上記実施形態1と同様な筒状部121とからなる。支持本体部211は、上記実施形態1と同様な第1環状部113と、この第1環状部113の径方向外側に位置し、軸線AX方向の長さが第1環状部113よりも小さくされた第2環状部215とからなる。

【0075】

この第2環状部215は、先端側を向く先端面215aと、基端側に形成された基端面215bと、径方向外側を向く外周面215dとを有する。そして、第1環状部113の先端面113aと第2環状部215の先端面215aとが面一となって、支持本体部211の支持面211aを構成している。また、第1環状部113の基端面113bが、支持本体部211の座面(基端面)211bとなっている。また、第2環状部215の外周面215dが、支持本体部211の外周面(最外周面)211dとなっている。

【0076】

支持本体部211のうち、第2環状部215の基端側には、径方向内側に向かうにつれて先端側に大きく凹み、支持本体部211の外周面211dに沿う環状に形成された第1係合テーパ状凹部(第1係合部)219が設けられている。この第1係合テーパ状凹部219には、後述する第2係合テーパ状凸部259が入り込んで互いに密着しつつ係合している。

【0077】

また、樹脂被覆体250は、概略円筒状をなす素子被覆部251と、上記実施形態1と同様なコネクタ部161とからなる。素子被覆部251は、上記実施形態1と同様な先端側部153及び外側部155と、上記実施形態1とは形態の異なる回り込み部(基端側回り込み部)257とからなる。

【0078】

この回り込み部257は、外側部155に連なって径方向内側に延びると共に、支持本体部211の外周面211dに沿う環状に設けられている。この回り込み部257は、支持本体部211の基端側、より詳細には、第2環状部215の基端面215b側に回り込んでいて、この回り込み部257のうち、第2環状部215の基端面215bに回り込んだ回り込み長さm2、詳細には、径方向に見たときの、外側部155の内周面155cから回り込み部257の内側端面257cまでの最短の回り込み長さm2は、0.6mmである。

10

20

30

40

50

【0079】

また、この回り込み部257には、径方向内側に向かうにつれて先端側に向けて大きく突出し、回り込み部257の内側端面257cに沿う環状に形成された第2係合テーパ状凸部（第2係合部）259が設けられている。この第2係合テーパ状凸部259は、支持本体部211の基端側に設けられた第1係合テーパ状凹部219に入り込んで互いに密着しつつ係合している。

【0080】

本実施形態2のノッキングセンサ200でも、高温環境下に長期間晒されたり、冷熱サイクルの繰り返し受けると、樹脂被覆体250を構成する樹脂材料に経年劣化が進行し、樹脂被覆体250に収縮が生じる。特に、この経年劣化に伴う収縮は、主として外側部155の軸線AX方向に沿って大きく生じるので、樹脂被覆体250の外側部155が、支持本体部211の外周面211dの基端側から剥がれようとする。

【0081】

これに対し、本実施形態2でも、樹脂被覆体250に外側部155に連なる回り込み部257を設け、しかも、この回り込み部257の回り込み長さm2を、外側部155の厚みd1の0.3倍以上6倍以下（具体的には0.4倍）としている。このような回り込み部257が支持本体部211の基端側に位置することにより、外側部155の軸線AX方向の収縮が制限されるので、外側部155が軸線AX方向に大きく収縮して支持本体部211の外周面211dから剥がれることを防止できる。

【0082】

更に、外側部155に連なる回り込み部257は、前述した第1係合テーパ状凹部219と第2係合テーパ状凸部259とが互いに係合し、第2係合テーパ状凸部259が径方向に移動できなくなっている。このため、樹脂被覆体250が経年変化により収縮しても、支持本体部211に対する回り込み部257の径方向外側への相対的な移動を効果的に防止でき、この回り込み部257が移動して支持本体部211から剥がれることを効果的に防止できる。従って、これに連なる外側部155が軸線AX方向に大きく収縮して支持本体部211の外周面211dから剥がれることも効果的に防止できる。

【0083】

このように本実施形態2でも、外側部155に連なる回り込み部257を支持本体部211の基端側に位置させてなることによる効果と、この回り込み部257に、支持本体部211の基端側の第1係合テーパ状凹部219に係合する第2係合テーパ状凸部259を設けたことによる効果とが相俟って、樹脂被覆体250（特に外側部155）に経年変化に起因する収縮が生じたとしても、樹脂被覆体250が支持本体部211の外周面211dから剥がれることを効果的に防止できる。よって、支持部材210と樹脂被覆体250とのシールの耐久性を十分に向上させることができる。その他、上記実施形態1と同様な部分は、上記実施形態1と同様な作用効果を奏する。

【0084】

（実施形態3）

次いで、第3の実施の形態について説明する。図4に、本実施形態3に係るノッキングセンサ300を示す。また、図5に、このノッキングセンサ300のうち、樹脂被覆体350の回り込み部（基端側回り込み部）357付近を示す。本実施形態3のノッキングセンサ300は、支持部材310及び樹脂被覆体350の形態が、上記実施形態1、2に係る支持部材110、210及び樹脂被覆体150、250の形態と異なる。また、支持部材310及び圧電機構部130の径方向外側に外装部材343を有する点が、上記実施形態1、2と異なる。それ以外は、上記実施形態1又は2と同様であるので、上記実施形態1又は2と同様な部分の説明は、省略又は簡略化する。

【0085】

本実施形態3の支持部材310は、軸線AXを有する環状をなす支持本体部311のみからなる。つまり、この支持部材310は、上記実施形態1、2の支持部材110、210のうち筒状部（挿通部）121に相当する部分が存在しない形態を有する。そして、支

持本体部 3 1 1 は、径方向内側に位置する第 1 環状部 3 1 3 と、この第 1 環状部 3 1 3 の径方向外側に位置し、軸線 A X 方向の長さが第 1 環状部 3 1 3 よりも小さくされた第 2 環状部 3 1 5 とからなる。

【0086】

支持本体部 3 1 1 の第 1 環状部 3 1 3 は、先端側を向く先端面 3 1 3 a と、基端側を向く基端面 3 1 3 b と、径方向内側を向く内周面 3 1 3 c とを有する。また、第 2 環状部 3 1 5 は、先端側を向く先端面 3 1 5 a と、基端側を向く基端面 3 1 5 b と、径方向外側を向く外周面 3 1 5 d とを有する。そして、第 1 環状部 3 1 3 の先端面 3 1 3 a と第 2 環状部 3 1 5 の先端面 3 1 5 a とが面一となって、支持本体部 3 1 1 の支持面 3 1 1 a を構成している。また、第 1 環状部 3 1 3 の基端面 3 1 3 b が支持部材 3 1 0 の座面（基端面） 3 1 1 b となっている。また、第 2 環状部 3 1 5 の外周面 3 1 5 d が、支持本体部 3 1 1 の外周面（最外周面） 3 1 1 d となっている。

10

【0087】

支持部材 3 1 1 のうち、第 2 環状部 3 1 5 の基端面 3 1 5 b には、先端側に向けて凹み基端側に開口する溝状で、支持本体部 3 1 1 の外周面 3 1 1 d に沿う環状に形成された第 1 係合環状溝部（第 1 係合部） 3 1 9 が形成されている。この第 1 係合環状溝部 3 1 9 には、後述する第 2 係合環状突部 3 5 9 が入り込んで互いに密着しつつ係合している。

また、第 2 環状部 3 1 5 の外周面 3 1 5 d には、後述する外装部材 3 4 3 との密着性を高めるために、それぞれ環状をなす 3 本の環状溝部 3 1 6, 3 1 6, 3 1 6 が互いに平行に凹設されている。

20

【0088】

圧電機構部 1 3 0 は、上記実施形態 1, 2 と同様である。即ち、圧電機構部 1 3 0 は、基端側絶縁板 1 3 1、基端側電極部材 1 3 3、圧電素子 1 3 5、先端側電極部材 1 3 7、先端側絶縁板 1 3 9 及び錘部材 1 4 1 が基端側から先端側に積層されて構成され、支持部材 3 1 0 の支持面 3 1 1 a に支持されている。

【0089】

本実施形態 3 では、圧電機構部 1 3 0 は、圧電機構部 1 3 0 の径方向外側に形成された樹脂からなる外装部材 3 4 3 により、支持部材 3 1 0 に固定されている。具体的には、軸線 A X 方向に延びる筒状をなす外装部材 3 4 3 が、その先端側で圧電機構部 1 3 0 の外周面 1 3 0 d に接着すると共に、基端側で支持部材 3 1 0 の外周面 3 1 1 d（第 2 環状部 3 1 5 の外周面 3 1 5 d）に接着することにより、圧電機構部 1 3 0 を支持部材 3 1 0 に固定している。

30

【0090】

次に、樹脂被覆体 3 5 0 は、素子被覆部 3 5 1 と、この素子被覆部 3 5 1 から外側に延出するコネクタ部 3 6 1 とからなる。

このうち素子被覆部 3 5 1 は、先端側に位置する先端側部 3 5 3 と、この先端側部 3 5 3 から基端側に連なり径方向内側に位置する内側部 3 5 4 と、先端側部 3 5 3 から基端側に連なり径方向外側に位置する外側部 3 5 5 と、この外側部 3 5 5 に連なる回り込み部（基端側回り込み部） 3 5 7 とからなる。

【0091】

先端側部 3 5 3 は、先端側ほど径が小さくなるテーパ形状を有する環状をなす。この先端側部 3 5 3 は、圧電機構部 1 3 0 の先端面 1 3 0 a に密着してこれを覆っている。

40

内側部 3 5 4 は、径方向の厚みが一定の円筒状をなす。この内側部 3 5 4 は、圧電機構部 1 3 0 の内周面 1 3 0 c に密着してこれを覆うと共に、支持部材 3 1 0 の支持面 3 1 1 a のうち径方向内側部分に密着してこれを覆っている。支持面 3 1 1 a の径方向内側部分には、基端側に向けて凹み先端側に開口する溝状で、環状に形成された環状溝部 3 1 4 が設けられている。従って、この部分で樹脂被覆体 3 5 0（内側部 3 5 4）と支持部材 3 1 0 との密着性が向上し、シール性が十分に高くなっている。

外側部 3 5 5 は、径方向の厚み d 3（具体的には 1.5 mm）が一定の円筒状をなす。本実施形態 3 では、この外側部 3 5 5 は、主に外装部材 3 4 3 の外周面 3 4 3 d に密着し

50

、この外装部材 3 4 3 を介して圧電機構部 1 3 0 の外周面 1 3 0 d 及び支持本体部 3 1 1 の外周面 3 1 1 d を間接に覆っている。

【0092】

回り込み部 3 5 7 は、外側部 3 5 5 に連なって径方向内側に延びると共に、支持本体部 3 1 1 の外周面 3 1 1 d に沿う環状に設けられている。この回り込み部 3 5 7 は、支持本体部 3 1 1 の基端側、より詳細には、第 2 環状部 3 1 5 の基端面 3 1 5 b 側に回り込み、基端面 3 1 5 b に密着してこれを覆っている。この回り込み部 3 5 7 のうち、第 2 環状部 3 1 5 の基端面 3 1 5 b に回り込んだ回り込み長さ m_3 、詳細には、径方向に見たときの、外側部 3 5 5 の内周面 3 5 5 c から回り込み部 3 5 7 の内側端面 3 5 7 c までの最短の回り込み長さ m_3 は、2. 1 mm である。

10

【0093】

また、この回り込み部 3 5 7 には、先端側に向けて突出する突条状で、回り込み部 3 5 7 の内側端面 3 5 7 c に沿う環状に形成された第 2 係合環状突部（第 2 係合部）3 5 9 が設けられている。この第 2 係合環状突部 3 5 9 は、第 2 環状部 3 1 5 に設けられた第 1 係合環状溝部 3 1 9 に入り込んで互いに密着しつつ係合している。

【0094】

本実施形態 3 のノッキングセンサ 3 0 0 でも、高温環境下に長期間晒されたり、冷熱サイクルの繰り返し受けると、樹脂被覆体 3 5 0 を構成する樹脂材料に経年劣化が進行し、樹脂被覆体 3 5 0 に収縮が生じる。特に、この経年劣化に伴う収縮は、主として外側部 3 5 5 の軸線 A X 方向に沿って大きく生じるので、樹脂被覆体 3 5 0 の外側部 3 5 5 が、外装部材 3 4 3 の外周面 3 4 3 d の基端側から剥がれようとする。

20

【0095】

これに対し、本実施形態 3 でも、樹脂被覆体 3 5 0 に外側部 3 5 5 に連なる回り込み部 3 5 7 を設け、しかも、回り込み部 3 5 7 の回り込み長さ m_3 を、外側部 3 5 5 の厚み d_3 の 0. 3 倍以上 6 倍以下（具体的には 1. 4 倍）としている。このような回り込み部 3 5 7 が支持本体部 3 1 1 の基端側に位置することにより、これに連なる外側部 3 5 5 の軸線 A X 方向の収縮が制限されるので、外側部 3 5 5 が軸線 A X 方向に大きく収縮して外装部材 3 4 3 の外周面 3 4 3 d から剥がれることを防止できる。

【0096】

更に、外側部 3 5 5 に連なる回り込み部 3 5 7 は、前述した第 1 係合環状溝部 3 1 9 と第 2 係合環状突部 3 5 9 とが互いに係合し、第 2 係合環状突部 3 5 9 が径方向に移動できなくなっている。このため、樹脂被覆体 3 5 0 が経年変化により収縮しても、支持本体部 3 1 1 に対する回り込み部 3 5 7 の径方向外側への相対的な移動を効果的に防止でき、この回り込み部 3 5 7 が支持本体部 3 1 1 から剥がれることを効果的に防止できる。

30

【0097】

このように本実施形態 3 でも、外側部 3 5 5 に連なる回り込み部 3 5 7 を支持本体部 3 1 1 の基端側に位置させてなることによる効果と、この回り込み部 3 5 7 に、支持本体部 3 1 1 の基端側の第 1 係合環状溝部 3 1 9 に係合する第 2 係合環状突部 3 5 9 を設けたことによる効果とが相俟って、樹脂被覆体 3 5 0（特に外側部 3 5 5）に経年変化に起因する収縮が生じたとしても、樹脂被覆体 3 5 0 が支持本体部 3 1 1 から剥がれることを効果的に防止できる。よって、支持部材 3 1 0 と樹脂被覆体 3 5 0 とのシールの耐久性を十分に向上させることができる。その他、上記実施形態 1 又は 2 と同様な部分は、上記実施形態 1 又は 2 と同様な作用効果を奏する。

40

【0098】

次いで、このノッキングセンサ 3 0 0 の製造方法について説明する。

まず、支持部材 3 1 0 の支持面 3 1 1 a 上に、圧電機構部 1 3 0（基端側絶縁板 1 3 1、基端側電極部材 1 3 3、圧電素子 1 3 5、先端側電極部材 1 3 7、先端側絶縁板 1 3 9 及び錘部材 1 4 1）を配置する。

その後、圧電機構部 1 3 0 の外周面 1 3 0 d、及び、支持本体部 3 1 1 の外周面 3 1 1 d に、樹脂を塗布し、これを硬化させて、外装部材 3 4 3 を形成する。その際、錘部材 1

50

4 1 を基端側に押圧して、圧電素子 1 3 5 に所定の荷重を付加した状態とする。

次に、この構成部品を射出成型用金型で取り囲み、この構成部品を覆うように絶縁製樹脂を射出成形して、樹脂被覆体 3 5 0 を形成する。かくして、ノッキングセンサ 3 0 0 が完成する。

【0099】

(実施形態 4)

次いで、第 4 の実施の形態について説明する。図 6 に、本実施形態 4 に係るノッキングセンサ 4 0 0 を示す。また、図 7 に、このノッキングセンサ 4 0 0 のうち、樹脂被覆体 4 5 0 の先端側回り込み部 4 5 8 付近を示し、図 8 に、樹脂被覆体 4 5 0 の基端側回り込み部 4 5 7 付近を示す。なお、上記実施形態 1 ～ 3 のいずれかと同様な部分の説明は、省略又は簡略化する。

10

【0100】

本実施形態 4 に係るノッキングセンサ 4 0 0 の支持部材 4 1 0 は、軸線 A X を有する円環状の支持本体部 4 1 1 と、この支持本体部 4 1 1 から軸線 A X に沿って先端側（図 6 中、上方）に延びる円筒状の筒状部（挿通部）4 2 1 とからなる。

このうち支持本体部 4 1 1 は、径方向内側に位置する第 1 環状部 4 1 3 と、この第 1 環状部 4 1 3 の径方向外側に位置する第 2 環状部 4 1 5 とからなる。第 1 環状部 4 1 3 は、先端面 4 1 3 a と基端面 4 1 3 b と内周面 4 1 3 c と外周面 4 1 3 d とを有する。また、第 2 環状部 4 1 5 は、先端面 4 1 5 a と基端面 4 1 5 b と外周面 4 1 5 d とを有する。そして、第 1 環状部 4 1 3 の先端面 4 1 3 a と第 2 環状部 4 1 5 の先端面 4 1 5 a とが面一となって、支持本体部 4 1 1 の支持面 4 1 1 a を構成している。また、第 1 環状部 4 1 3 の基端面 4 1 3 b が、支持本体部 4 1 1 の座面（基端面）4 1 1 b となっている。この座面 4 1 1 b は、後述する樹脂被覆体 4 5 0 に覆われることなく露出している。また、第 2 環状部 4 1 5 の外周面 4 1 5 d が、支持本体部 4 1 1 の外周面（最外周面）4 1 1 d となっている。

20

【0101】

支持本体部 4 1 1 のうち、第 2 環状部 4 1 5 の基端面 4 1 5 b には、先端側に向けて凹み基端側に開口する溝状で、支持本体部 4 1 1 の外周面 4 1 1 d に沿う環状に形成された第 1 係合環状溝部（第 1 係合部）4 1 9 が設けられている。この第 1 係合環状溝部 4 1 9 には、後述する第 2 係合環状突部 4 5 9 が入り込んで互いに密着しつつ係合している。

30

また、第 1 環状部 4 1 3 の先端面 4 1 3 a には、基端側に向けて凹み先端側に開口する溝状で、環状に形成された環状溝部 4 1 4 が設けられている。

【0102】

支持本体部 4 1 1 の筒状部 4 2 1 は、自身の先端に位置して先端側を向く先端面 4 2 1 a と、径方向内側を向く内周面 4 2 1 c と、径方向外側を向く外周面 4 2 1 d とを有する。先端面 4 2 1 a は、後述する樹脂被覆体 4 5 0 に覆われることなく露出している。

また、この筒状部 4 2 1 の先端外側部分は、先端面 4 2 1 a よりも基端側に位置し先端面 4 2 1 a と平行な中間面 4 2 1 e を有する段付形状とされている。そして、この中間面 4 2 1 e には、基端側に向けて凹み先端側に開口する溝状で、筒状部 4 2 1 の外周面 4 2 1 d に沿う環状に形成された第 3 係合環状溝部（第 3 係合部）4 2 0 が設けられている。この第 3 係合環状溝部 4 2 0 には、後述する第 4 係合環状突部 4 6 0 が入り込んで互いに密着しつつ係合している。

40

【0103】

圧電機構部 1 3 0 は、上記実施形態 1 等と同様に、基端側絶縁板 1 3 1、基端側電極部材 1 3 3、圧電素子 1 3 5、先端側電極部材 1 3 7、先端側絶縁板 1 3 9 及び錘部材 1 4 1 が、基端側から先端側にこの順に積層されることにより構成されている。

この圧電機構部 1 3 0 の先端側には、皿バネ 4 4 5 を介して、支持部材 4 1 0 の筒状部 4 2 1 に螺合するナット 4 4 7 が配置されている。これにより、圧電機構部 1 3 0 が支持部材 4 1 0 の支持本体部 4 1 1 に向けて基端側に押圧され、支持本体部 4 1 1 との間に挟持されて、支持部材 4 1 0 に固定されている。

50

【0104】

次に、樹脂被覆体450について説明する。この樹脂被覆体450は、素子被覆部451とコネクタ部461とからなる。

このうち素子被覆部451は、支持部材410の先端側と基端側にそれぞれ密着して、素子被覆部451と支持部材410との間に圧電機構部130等をシールしている。この素子被覆部451は、先端側に位置し、先端側回り込み部458を含む先端側部453と、この先端側部453の基端側に連なる外側部455と、更にこの外側部455に連なる基端側回り込み部457と、圧電機構部130の径方向内側に配置された内側部454とからなる。

【0105】

先端側部453は、先端側ほど径が小さくなるテーパ形状を有する環状をなす。この先端側部453は、圧電機構部130の先端面130a（錘部材141の先端面）、皿バネ445及びナット447に密着してこれらを覆っている。また、先端側部453は、支持部材410の筒状部421の先端外側部分に密着してこれを覆っている。具体的には、先端部材453は、筒状部421のうち、外周面421dの先端側部分、中間面421e及び第3係合環状溝部420に密着している。

【0106】

先端側部453は、径方向内側に向かって延びると共に、筒状部421の外周面421dに沿う環状に設けられた先端側回り込み部458を有する。この先端側回り込み部458は、筒状部421の先端側、より詳細には、中間面421eに回り込み、この中間面421eに密着してこれを覆っている。また、先端側回り込み部458には、先端側に向けて突出する突条状で、この先端側回り込み部458の内側端面458cに沿う環状に形成された第4係合環状突部（第4係合部）460が設けられている。この第4係合環状突部460は、筒状部421の先端側に設けられた第3係合環状溝部420に入り込んで互いに密着しつつ係合している。

【0107】

外側部455は、径方向の厚みd4（具体的には1.5mm）が一定の円筒状をなす。この外側部455は、圧電機構部130の外周面130d、及び、支持部材410の支持本体部411の外周面411d（第2環状部415の外周面415d）に密着してこれらを覆っている。

【0108】

基端側回り込み部457は、外側部455に連なって径方向内側に延びると共に、支持本体部411の外周面411dに沿う環状に設けられている。この基端側回り込み部457は、支持本体部411の基端側、より詳細には、第2環状部415の基端面415b側に回り込み、この基端面415bに密着してこれを覆っている。この基端側回り込み部457のうち、第2環状部415の基端面415bに回り込んだ回り込み長さm4、詳細には、径方向に見たときの、外側部455の内周面455cから回り込み部457の内側端面457cまでの最短の回り込み長さm4は、1.5mmである。

【0109】

また、基端側回り込み部457には、先端側に向けて突出する突条状で、この基端側回り込み部457の内側端面457cに沿う環状に形成された第2係合環状突部（第2係合部）459が設けられている。この第2係合環状突部459は、支持本体部411（第2環状部415）の基端側に設けられた第1係合環状溝部419に入り込んで互いに密着しつつ係合している。

【0110】

内側部454は、径方向の厚みがほぼ一定の円筒状をなす。この内側部454は、主として、圧電機構部130の内周面130cと支持部材410の筒状部421の外周面421dとの隙間に充填形成され、これら内周面130c及び外周面421dにそれぞれ密着している。また、この内側部454は、支持本体部411の支持面411aに形成された環状溝部414にも入り込んでこれに密着している。

10

20

30

40

50

【0111】

本実施形態4のノッキングセンサ400では、高温環境下に長期間晒されたり、冷熱サイクルの繰り返し受けると、樹脂被覆体450を構成する樹脂材料に経年劣化が進行し、樹脂被覆体450に収縮が生じる。特に、この経年劣化に伴う収縮は、主として外側部455の軸線AX方向に沿って大きく生じるので、樹脂被覆体450が、支持部材410の先端側及び基端側からそれぞれ剥がれようとする。

【0112】

これに対し、本実施形態4では、樹脂被覆体450の先端側部453に先端側回り込み部458を設けている。この先端側回り込み部458が筒状部421の先端側に位置することにより、この先端側回り込み部458を含む先端側部453に連なる外側部455の軸線AX方向の収縮が制限されるので、外側部455が軸線AX方向に大きく収縮して、先端側部453が筒状部421の外周面421dから剥がれることを防止できる。

10

【0113】

更に、この先端側回り込み部458は、その第4係合環状突部460が前述した第3係合環状溝部420と互いに係合し、第4係合環状突部460が径方向に移動できなくなっている。このため、樹脂被覆体450が経年変化により収縮しても、筒状部421に対する先端側回り込み部458の径方向外側への相対的な移動を効果的に防止でき、この先端側回り込み部458が筒状部421から剥がれることを効果的に防止できる。

【0114】

このように、外側部455に連なる先端側部453の先端側回り込み部458を筒状部421の先端側に位置させてなることによる効果と、この先端側回り込み部458に、筒状部421の先端側の第3係合環状溝部420に係合する第4係合環状突部460を設けたことによる効果とが相俟って、樹脂被覆体450（特に外側部455）に経年変化に起因する収縮が生じたとしても、樹脂被覆体450が筒状部421から剥がれることを効果的に防止できる。

20

【0115】

また、本実施形態4では、樹脂被覆体450に外側部455に連なる基端側回り込み部457を設け、しかも、この基端側回り込み部457の回り込み長さ m_4 を、外側部455の厚み d_4 の0.3倍以上6倍以下（具体的には1倍）としている。このような基端側回り込み部457が支持本体部411の基端側に位置することにより、これに連なる外側部455の軸線AX方向の収縮が制限されるので、外側部455が軸線AX方向に大きく収縮して支持本体部411の外周面411dから剥がれることを防止できる。

30

【0116】

更に、この基端側回り込み部457は、その第2係合環状突部459が前述した第1係合環状溝部419と互いに係合し、第2係合環状突部459が径方向に移動できなくなっている。このため、樹脂被覆体450が経年変化により収縮しても、支持本体部411に対する基端側回り込み部457の径方向外側への相対的な移動を効果的に防止でき、この基端側回り込み部457が支持本体部411から剥がれることを効果的に防止できる。

【0117】

このように、外側部455に連なる基端側回り込み部457を支持本体部411の基端側に位置させてなることによる効果と、この基端側回り込み部457に、支持本体部411の基端側の第1係合環状溝部419に係合する第2係合環状突部459を設けたことによる効果とが相俟って、樹脂被覆体450（特に外側部455）に経年変化に起因する収縮が生じたとしても、樹脂被覆体450が支持本体部411から剥がれることを効果的に防止できる。

40

よって、本実施形態4のノッキングセンサ400では、支持部材410と樹脂被覆体450とのシールの耐久性を特に向上させることができる。

【0118】

また、本実施形態4では、樹脂被覆体450が筒状部421の先端側に回り込む先端側回り込み部458を有するにも拘わらず、筒状部421の先端面421aが、樹脂被覆体

50

４５０（先端側回り込み部４５８等）に覆われることなく露出している。このため、このノッキングセンサ４００を内燃機関のエンジンブロックに取り付ける際に、取り付け用のボルトを、樹脂被覆体４５０を介在させることなく、筒状部４２１の先端面４２１ａに直接当接させることができる。これにより、ノッキングセンサ４００を内燃機関により確実に取り付けることができる。

【０１１９】

また、本実施形態４では、樹脂被覆体４５０が支持本体部４１１の基端側に回り込む基端側回り込み部４５７を有するにも拘わらず、支持本体部４１１の座面４１１ｂが、樹脂被覆体４５０（基端側回り込み部４５７等）に覆われることなく露出している。このため、このノッキングセンサ４００を内燃機関に取り付ける際に、支持本体部４１１の座面４１１ｂを、樹脂被覆体４５０を介在させることなく、エンジンブロックの取付部に直接当接させることができる。これにより、内燃機関で生じる振動がノッキングセンサ４００に伝わりやすくなるので、ノッキングをより精度良く検知できる。

その他、上記実施形態１～３のいずれかと同様な部分は、上記実施形態１～３と同様な作用効果を奏する。

【０１２０】

次いで、このノッキングセンサ４００の製造方法について説明する。

まず、支持部材４１０の筒状部４２１を内側に挿通させつつ、支持部材４１０の支持面４１１ａ上に、圧電機構部１３０（基端側絶縁板１３１、基端側電極部材１３３、圧電素子１３５、先端側電極部材１３７、先端側絶縁板１３９及び錘部材１４１）を配置する。

その後、圧電機構部１３０上に皿バネ４４５を載置し、この上からナット４４７を締め付けて、圧電機構部１３０を支持部材４１０に固定する。

次に、この構成部品を射出成型用金型で取り囲み、この構成部品を覆うように絶縁製樹脂を射出成形して、樹脂被覆体４５０を形成する。かくして、ノッキングセンサ４００が完成する。

【０１２１】

以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は上述の実施形態１～４に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることはいうまでもない。

例えば、上記実施形態１～４では、回り込み部（基端側回り込み部）１５７、２５７、４５７を支持本体部１１１、２１１、３１１、４１１の外周面１１１ｄ、２１１ｄ、３１１ｄ、４１１ｄに沿う環状に設けたが、回り込み部を、支持本体部１１１、２１１、３１１、４１１の外周面１１１ｄ、２１１ｄ、３１１ｄ、４１１ｄに沿って断続的に複数並べて形成することもできる。

【０１２２】

また、上記実施形態１、２では、圧電機構部１３０を支持部材１１０、２１０に対して接着剤１４３を用いて固着したが、圧電機構部１３０の支持部材１１０、２１０に対する固着手段はこれに限定されない。例えば、実施形態４で説明したように、支持部材１１０、２１０の筒状部１２１の外周面１２１ｄにネジ部を形成し、このネジ部に螺合するナット部材を用いて、圧電機構部１３０を支持部材１１０、２１０の支持本体部１１１、２１１に向けて基端側に押圧し、圧電機構部１３０を支持本体部１１１、２１１との間で挟持することにより、圧電機構部１３０を支持部材１１０、２１０に対して固着してもよい。

【符号の説明】

【０１２３】

１００、２００、３００、４００ ノッキングセンサ
 １１０、２１０、３１０、４１０ 支持部材
 １１１、２１１、３１１、４１１ 支持本体部
 １１１ａ、２１１ａ、３１１ａ、４１１ａ 支持面
 １１１ｂ、２１１ｂ、３１１ｂ、４１１ｂ 座面（基端面）
 １１１ｄ、２１１ｄ、３１１ｄ、４１１ｄ 外周面（外周）

10

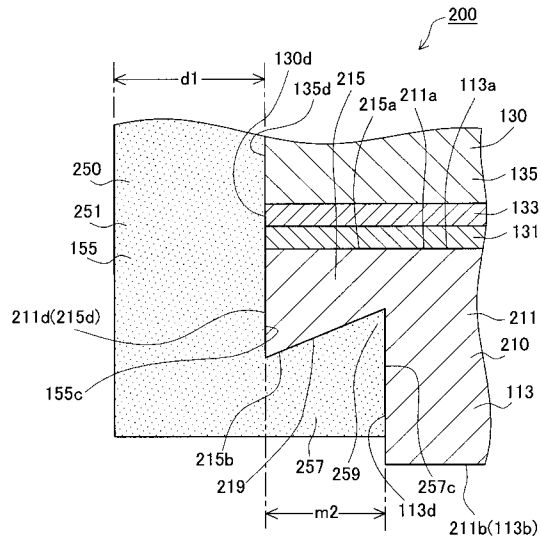
20

30

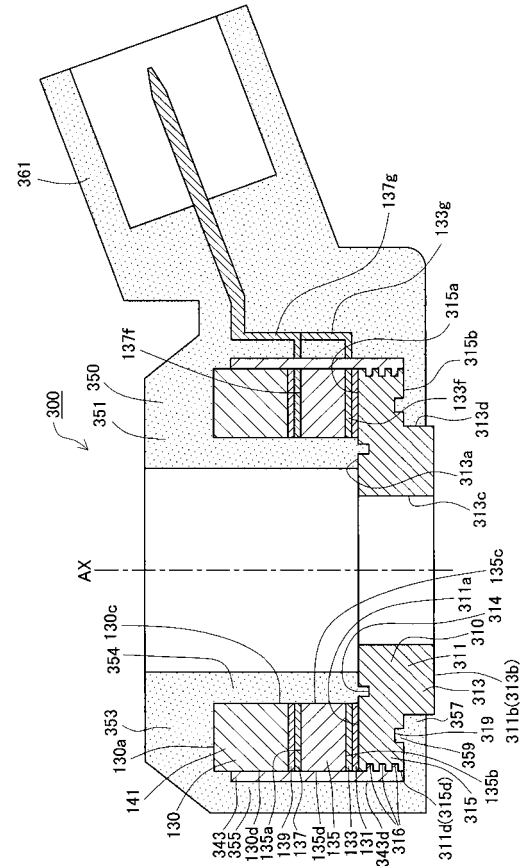
40

50

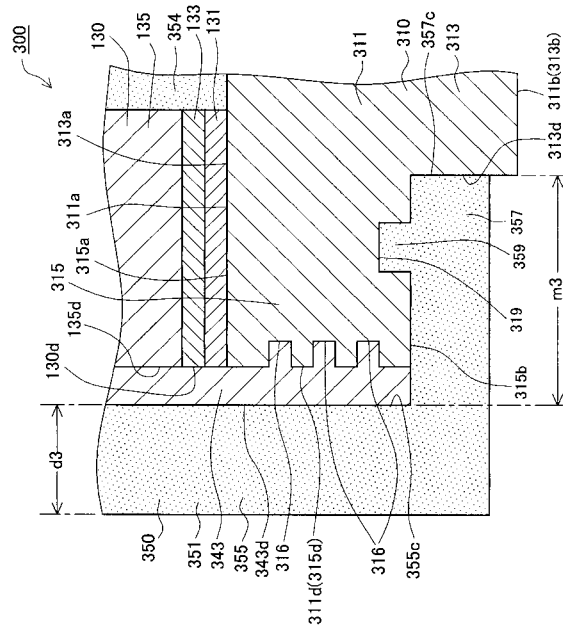
【図 3】



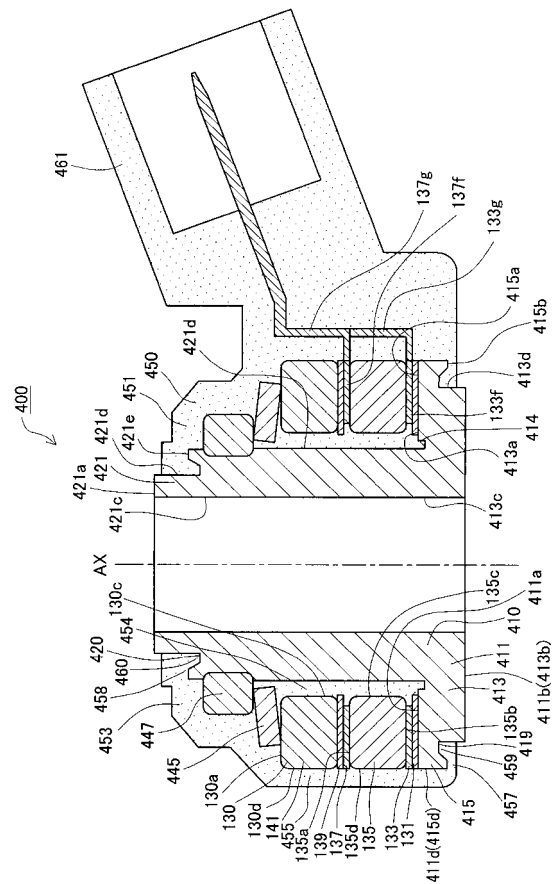
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【图 8】

