

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6452140号
(P6452140)

(45) 発行日 平成31年1月16日(2019. 1. 16)

(24) 登録日 平成30年12月21日(2018. 12. 21)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 D	5/241	(2006. 01)	GO 1 D	5/24	A
GO 1 B	7/00	(2006. 01)	GO 1 B	7/00	1 O 1 C

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-29936 (P2014-29936)	(73) 特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成26年2月19日(2014. 2. 19)	(73) 特許権者	592254526 学校法人五島育英会 東京都渋谷区道玄坂1丁目10番7号
(65) 公開番号	特開2015-152584 (P2015-152584A)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康德
(43) 公開日	平成27年8月24日(2015. 8. 24)	(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
審査請求日	平成29年2月14日(2017. 2. 14)	(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離センサ及び計測方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

静電容量型の距離センサであって、
 第1のガード電極と、
 センサ電極及び前記センサ電極から延びるリード部を備え、前記第1のガード電極に対して計測対象物側に配置される導電体と、
 前記導電体に対して計測対象物側に配置される第2のガード電極と、
 前記第1のガード電極に対して計測対象物と反対側に配置される第1の絶縁体と、
 前記第1のガード電極と前記導電体との間に配置される第2の絶縁体と、
 前記導電体と前記第2のガード電極との間に配置される第3の絶縁体と、
 前記第2のガード電極に対して計測対象物側に配置される第4の絶縁体と、を備え、
 前記第1のガード電極は、
 前記センサ電極及び前記リード部と重なる部分を備え、
 前記第2のガード電極は、
 前記リード部と重なる部分を備える一方、前記センサ電極とは重ならず、
 前記第1乃至第4の絶縁体と、前記第1及び第2のガード電極と、前記導電体とは、
 前記第1の絶縁体、前記第1のガード電極、前記第2の絶縁体、前記導電体、前記第3の絶縁体、前記第2のガード電極、前記第4の絶縁体の順で積層されたシート状の積層体を構成する、
 ことを特徴とする距離センサ。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 記載の距離センサであって、

前記距離センサは、前記計測対象物に対向して配置される部材に貼り付けられる、ことを特徴とする距離センサ。

【請求項 3】

静電容量型の距離センサであって、

第 1 のガード電極と、

センサ電極及び前記センサ電極から延びるリード部を備え、前記第 1 のガード電極に対して計測対象物側に配置される導電体と、

前記導電体に対して計測対象物側に配置される第 2 のガード電極と、

前記第 1 のガード電極と前記導電体との間、及び、前記導電体と前記第 2 のガード電極との間にそれぞれ配置される絶縁体と、を備え、

前記第 1 のガード電極は、

前記センサ電極及び前記リード部と重なる部分を備え、

前記第 2 のガード電極は、

前記リード部と重なる部分を備える一方、前記センサ電極とは重ならず、

前記導電体は、前記リード部の端部に接続された端子部を備え、

前記第 1 のガード電極は前記端子部と重なる部分を備える、ことを特徴とする距離センサ。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の距離センサであって、

前記センサ電極を囲むように配置された第 3 のガード電極を更に備える、ことを特徴とする距離センサ。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の距離センサであって、

前記第 1 のガード電極に対して計測対象物と反対側に配置される絶縁体と、

前記第 2 のガード電極に対して計測対象物側に配置される絶縁体と、を更に備え、

各々の前記絶縁体と、前記第 1 及び第 2 のガード電極と、前記導電体とは、

前記絶縁体、前記第 1 のガード電極、前記絶縁体、前記導電体、前記絶縁体、前記第 2 のガード電極、前記絶縁体の順で積層されたシート状の積層体を構成する、

ことを特徴とする距離センサ。

【請求項 6】

静電容量型の距離センサであって、

第 1 のガード電極と、

センサ電極及び前記センサ電極から延びるリード部を備え、前記第 1 のガード電極に対して計測対象物側に配置される導電体と、

前記導電体に対して計測対象物側に配置される第 2 のガード電極と、

前記第 1 のガード電極と前記導電体との間、及び、前記導電体と前記第 2 のガード電極との間にそれぞれ配置される絶縁体と、を備え、

前記第 1 のガード電極は、

前記センサ電極及び前記リード部と重なる部分を備え、

前記第 2 のガード電極は、

前記リード部と重なる部分を備える一方、前記センサ電極とは重ならず、

前記第 1 のガード電極と前記第 2 のガード電極との少なくともいずれか一方は、前記センサ電極を囲む部分を備える、

ことを特徴とする距離センサ。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の距離センサであって、

前記導電体は、前記リード部の端部に接続された端子部を備え、

前記第 1 の絶縁体は、前記センサ電極側の一端と、前記端子部側の他端とを有し、

10

20

30

40

50

前記第 2 の絶縁体は、前記センサ電極側の一端と、前記端子部側の他端とを有し、
 前記第 3 の絶縁体は、前記センサ電極側の一端と、前記端子部側の他端とを有し、
 前記第 4 の絶縁体は、前記センサ電極側の一端と、前記端子部側の他端とを有し、
 前記第 1 のガード電極の一部が、前記第 1 の絶縁体の前記他端と前記第 2 の絶縁体の前記他端との間に位置して露出しており、

前記端子部が、前記第 2 の絶縁体の前記他端と前記第 3 の絶縁体の前記他端との間に位置して露出しており、

前記第 2 のガード電極の一部が、前記第 3 の絶縁体の前記他端と前記第 4 の絶縁体の前記他端との間に位置して露出している、

ことを特徴とする距離センサ。

10

【請求項 8】

請求項 3 に記載の距離センサであって、

前記端子部は、前記第 1 のガード電極側の第 1 の面と、前記第 2 のガード電極側の第 2 の面とを有し、

前記第 2 の面は、信号源と電気的に接続される電気接点であり、

前記第 1 のガード電極は、前記端子部と重なる部分を備え、

前記第 1 のガード電極は、前記センサ電極側の一端と、前記端子部側の他端とを有し、

前記第 2 のガード電極は、前記センサ電極側の一端と、前記端子部側の他端とを有し、

前記端子部は、前記第 1 のガード電極の前記他端と前記第 2 のガード電極の前記他端との間に位置している、

20

ことを特徴とする距離センサ。

【請求項 9】

第 1 の物体と、計測対象物としての第 2 の物体との距離を計測する計測方法であって、
 前記第 1 の物体に、請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の距離センサを複数設ける準備工程と、

前記距離センサの前記第 1 及び第 2 のガード電極を前記導電体と同電位に維持しながら、前記導電体に計測信号を入力する計測工程と、を備え、

前記準備工程では、

各々の前記距離センサの前記センサ電極を互いに異なる位置に配置し、かつ、前記第 1 のガード電極が前記第 1 の物体側に、前記第 2 のガード電極が前記第 2 の物体側に位置するように、各々前記距離センサを設ける、

30

ことを特徴とする計測方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の計測方法であって、

前記準備工程では、前記第 1 の物体に、請求項 3、請求項 5、請求項 7 及び請求項 8 のいずれか 1 項に記載の距離センサを複数設け、

前記第 1 の物体が、軸受けメタルであり、

前記第 2 の物体が、クランク軸であり、

前記軸受けメタルは、前記クランク軸の外面に面する内面と、端面とを含み、

各々の前記距離センサの前記センサ電極が、前記内面に軸方向に配置され、

40

各々の前記距離センサの前記端子部が、前記端面に周方向に配置され、

前記計測工程では、前記内面と前記外面との距離が計測される、

ことを特徴とする計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は静電容量型の距離センサに関する。

【背景技術】

【0002】

物体間の距離（ギャップ）等を計測するセンサとして、静電容量型の距離センサが知ら

50

れている。このような距離センサとして、特許文献 1 には、センサ電極（感知電極）の周囲や背後にガード電極を設けてセンサの性能を改善しようとしたものが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特表 2013 - 516601 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

計測対象物の計測面が曲面である場合や可動物である場合、計測精度を向上するために 10
は、計測範囲を狭くしてスポット的に距離を計測する必要が生じ得る。計測範囲を狭くするためにはセンサ電極の面積を小さくする必要がある。

【0005】

しかし、センサ電極には、計測信号源から信号を入力するためのリード部が接続される。センサ電極を小さくすると、リード部と計測面との間の静電容量が計測精度を悪化させる場合がある。

【0006】

本発明の目的は、距離計測精度に対するリード部の影響を低減することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明によれば、
静電容量型の距離センサであって、
第 1 のガード電極と、
センサ電極及び前記センサ電極から延びるリード部を備え、前記第 1 のガード電極に対して計測対象物側に配置される導電体と、
前記導電体に対して計測対象物側に配置される第 2 のガード電極と、
前記第 1 のガード電極に対して計測対象物と反対側に配置される第 1 の絶縁体と、
前記第 1 のガード電極と前記導電体との間に配置される第 2 の絶縁体と、
前記導電体と前記第 2 のガード電極との間に配置される第 3 の絶縁体と、
前記第 2 のガード電極に対して計測対象物側に配置される第 4 の絶縁体と、を備え、 30
前記第 1 のガード電極は、
前記センサ電極及び前記リード部と重なる部分を備え、
前記第 2 のガード電極は、
前記リード部と重なる部分を備える一方、前記センサ電極とは重ならず、
前記第 1 乃至第 4 の絶縁体と、前記第 1 及び第 2 のガード電極と、前記導電体とは、
前記第 1 の絶縁体、前記第 1 のガード電極、前記第 2 の絶縁体、前記導電体、前記第 3
の絶縁体、前記第 2 のガード電極、前記第 4 の絶縁体の順で積層されたシート状の積層体
を構成する、
ことを特徴とする距離センサが提供される。

【0008】

この構成によれば、前記第 2 のガード電極を設けたことにより、前記リード部から計測面に電気力線が生じることを抑制でき、距離計測精度に対するリード部の影響を低減することができる。また、間隔が狭い物体間の間隔計測が行える。

【0013】

また、本発明においては、前記距離センサは、前記計測対象物に対向して配置される部材に貼り付けられてもよい。

【0014】

この構成によれば、本発明の距離センサを比較的簡易に設置できる。

【0015】

また、本発明によれば、

10

20

30

40

50

静電容量型の距離センサであって、
第1のガード電極と、
センサ電極及び前記センサ電極から延びるリード部を備え、前記第1のガード電極に対
して計測対象物側に配置される導電体と、
前記導電体に対して計測対象物側に配置される第2のガード電極と、
前記第1のガード電極と前記導電体との間、及び、前記導電体と前記第2のガード電極
との間にそれぞれ配置される絶縁体と、を備え、
前記第1のガード電極は、
前記センサ電極及び前記リード部と重なる部分を備え、
前記第2のガード電極は、
前記リード部と重なる部分を備える一方、前記センサ電極とは重ならず、
前記導電体は、前記リード部の端部に接続された端子部を備え、
前記第1のガード電極は前記端子部と重なる部分を備える、
ことを特徴とする距離センサが提供される。

10

【0016】

この構成によれば、前記第2のガード電極を設けたことにより、前記リード部から計測
面に電気力線が生じることを抑制でき、距離計測精度に対するリード部の影響を低減する
ことができる。また、配線作業性を向上しながら、距離計測精度に対する前記端子部の影
響を低減できる。

【0017】

また、本発明においては、前記センサ電極を囲むように配置された第3のガード電極を
更に備えてもよい。

20

【0018】

この構成によれば、前記センサ電極の周縁において、電気力線が曲がることを低減でき
る。

【0019】

また、本発明においては、前記第1のガード電極に対して計測対象物と反対側に配置さ
れる絶縁体と、前記第2のガード電極に対して計測対象物側に配置される絶縁体と、を更
に備え、各々の前記絶縁体と、前記第1及び第2のガード電極と、前記導電体とは、前記
絶縁体、前記第1のガード電極、前記絶縁体、前記導電体、前記絶縁体、前記第2のガー
ド電極、前記絶縁体の順で積層されたシート状の積層体を構成してもよい。

30

【0020】

この構成によれば、間隔が狭い物体間の間隔計測が行える。

【0021】

また、本発明によれば、
静電容量型の距離センサであって、
第1のガード電極と、
センサ電極及び前記センサ電極から延びるリード部を備え、前記第1のガード電極に対
して計測対象物側に配置される導電体と、
前記導電体に対して計測対象物側に配置される第2のガード電極と、
前記第1のガード電極と前記導電体との間、及び、前記導電体と前記第2のガード電極
との間にそれぞれ配置される絶縁体と、を備え、
前記第1のガード電極は、
前記センサ電極及び前記リード部と重なる部分を備え、
前記第2のガード電極は、
前記リード部と重なる部分を備える一方、前記センサ電極とは重ならず、
前記第1のガード電極と前記第2のガード電極との少なくともいずれか一方は、前記セ
ンサ電極を囲む部分を備える、
ことを特徴とする距離センサが提供される。

40

【0022】

50

この構成によれば、前記第2のガード電極を設けたことにより、前記リード部から計測面に電気力線が生じることを抑制でき、距離計測精度に対するリード部の影響を低減することができる。また、前記センサ電極の周縁において、電気力線が曲がることを低減できる。

【0023】

また、本発明によれば、

第1の物体と、計測対象物としての第2の物体との距離を計測する計測方法であって、前記第1の物体に、上記距離センサを複数設ける準備工程と、前記距離センサの前記第1及び第2のガード電極を前記導電体と同電位に維持しながら、前記導電体に計測信号を入力する計測工程と、を備え、前記準備工程では、各々の前記距離センサの前記センサ電極を互いに異なる位置に配置し、かつ、前記第1のガード電極が前記第1の物体側に、前記第2のガード電極が前記第2の物体側に位置するように、各々前記距離センサを設ける、ことを特徴とする計測方法が提供される。

【0024】

この構成によれば、複数の計測点でスポット的に距離を計測することで、計測面が曲面である場合や可動物である場合であっても、その計測精度を向上することができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、距離計測精度に対するリード部の影響を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】(A)～(C)は本発明の一実施形態に係る距離センサの説明図。

【図2】図1(A)～(C)の距離センサの分解斜視図。

【図3】(A)～(C)は比較例の分解斜視図。

【図4】(A)～(C)は比較実験の結果を示す図。

【図5】実験結果を示す図。

【図6】(A)～(C)は適用例の説明図。

【図7】(A)及び(B)は別例の距離センサの説明図。

【図8】(A)及び(B)は別例の距離センサの説明図。

【発明を実施するための形態】

【0027】

図1(A)～図2を参照して本発明の一実施形態に係る距離センサ1について説明する。図1(A)は距離センサ1を検知面側(後述する絶縁体6d側)から見た外観図である。図1(B)は図1(A)の線IIに沿う断面図であり、後述するセンサ電極21を通る断面図である。図1(C)は図1(A)の線IIIIに沿う断面図であり、後述するリード部22を通る断面図である。図1(B)及び図1(C)は距離センサ1が取付けられる物体7と計測対象物である物体8、及び、計測回路を併記している。物体7及び8は導電体である。図2は距離センサ1の分解斜視図である。

【0028】

距離センサ1は、電極を構成する膜状の導電体と、電極間を絶縁する膜状の絶縁体とが交互に積層されたシート状の積層体を構成している。以下、各構成を詳述する。なお、各図においては、一部の構成について、濃淡又は模様を付しているが、これはそれらの構成間の前後関係を図面上、理解し易くすることを目的としたものであって、その構成自体の濃淡又は模様を示すものではない。

【0029】

距離センサ1は、導電体2と、ガード電極3～5と、絶縁体6a～6d(総称する場合は絶縁体6という)と、を備える。導電体2及びガード電極3～5は、導電性を有する材料、例えば、アルミニウム合金等の金属材料から構成でき、電気抵抗率が小さい材料が小さいものが好ましい。絶縁体6は例えば樹脂製のフィルムから構成される。

【0030】

10

20

30

40

50

導電体 2 は、センサ電極 2 1 と、センサ電極 2 1 から延びるリード部 2 2 と、リード部 2 2 の端部に接続された端子部 2 3 と、を一体的に備える。センサ電極 2 1 は距離を検知する感知部であり、物体 8 に対向して配置される。センサ電極 2 1 と物体 8 との間に生じる静電容量は両者の距離に応じて変化する。この静電容量を計測することで、センサ電極 2 1 と物体 8 との間の距離（換言すると物体 7 と物体 8 との距離）を計測することができる。センサ電極 1 の外形形状は、角形、円形のいずれでもよいが、ここでは円形としている。円形の方が計測範囲を狭くやすく、スポット的に距離を計測することを容易にすることができる。

【 0 0 3 1 】

リード部 2 2 は、センサ電極 2 1 と端子部 2 3 とを接続する。リード部 2 2 は、センサ電極 2 1 よりも幅細の線状をなしている。具体的には、センサ電極 2 1 の直径よりもリード部 2 2 の線幅を細くしている。リード部 2 2 の線幅をより細くすることで、距離計測精度に対するリード部 2 2 の影響を低減できる。

【 0 0 3 2 】

端子部 2 3 には計測信号源 9 1 からの配線が接続される。端子部 2 3 を設けずに、リード部 2 2 の端部に計測信号源 9 1 からの配線を接続する構成も採用可能である。しかし、この構成の場合、配線作業性を考慮するとリード部 2 2 の線幅を細くするのに制約が生じる場合がある。端子部 2 3 を設けることで、リード部 2 2 の線幅を細くして、距離計測精度に対するリード部 2 2 の影響を低減しつつ配線作業性を向上できる。

【 0 0 3 3 】

ガード電極 3 は、導電体 2 に対して物体 7 側に配置される。逆に言うと、導電体 2 はガード電極 3 に対して物体 8 側に配置される。ガード電極 3 は、センサ電極 2 1 及びリード部 2 2 と平行に配設され、その法線方向（つまり距離センサ 1 の積層方向）でセンサ電極 2 1 及びリード部 2 2 と重なる部分 3 1、3 2 を備える。センサ電極 2 1 及びリード部 2 2 と、物体 7 との間にガード電極 3 が介在することで、ガード電極 3 を導電体 2 と等電位とするとセンサ電極 2 1 及びリード部 2 2 から物体 7 へ電気力線が発生することを防止できる。

【 0 0 3 4 】

部分 3 1、3 2 はセンサ電極 2 1 及びリード部 2 2 と同面積であってもよいが、本実施形態では、センサ電極 2 1 及びリード部 2 2 の周囲部分とも重なるように、より広い面積で形成している。これにより、センサ電極 2 1 及びリード部 2 2 から物体 7 へ電気力線が発生することをより確実に防止する。

【 0 0 3 5 】

また、本実施形態の場合、ガード電極 3 は、端子部 2 3 と重なる部分 3 3 も備えている。これにより、端子部 2 3 から物体 7 へ電気力線が発生することを防止し、配線作業性を向上しながら、距離計測精度に対する端子部 2 3 の影響を低減できる。

【 0 0 3 6 】

ガード電極 4 は、導電体 2 に対して物体 8 側に配置される。ガード電極 4 は、リード部 2 2 と平行に配設され、その法線方向（つまり距離センサ 1 の積層方向）でリード部 2 2 と重なる部分を備える。ガード電極 3 と異なり、ガード電極 4 はセンサ電極 2 1 とは重ならない。

【 0 0 3 7 】

リード部 2 2 と、物体 8 との間にガード電極 4 が介在することで、ガード電極 4 を導電体 2 と等電位とするとリード部 2 2 から物体 8 の表面（計測面）へ電気力線が発生することを防止できる。ガード電極 4 はセンサ電極 2 1 とは重ならないのでガード電極 4 を導電体 2 と等電位としてもセンサ電極 2 1 から物体 8 の表面（計測面）には電気力線が発生する。

【 0 0 3 8 】

ガード電極 4 はリード部 2 2 と同面積であってもよいが、本実施形態では、リード部 2 2 の周囲部分とも重なるように、より広い面積で形成している。これにより、リード部 2

10

20

30

40

50

2 から物体 8 へ電気力線が発生することをより確実に防止する。

【 0 0 3 9 】

ガード電極 5 は、導電体 2 と同じ平面上に配置される。ガード電極 5 は、センサ電極 2 1 を囲むように配置されたガード部 5 1 を備える。本実施形態では、ガード部 5 1 の外形をセンサ電極 2 1 の外形と相似形とし、したがって、ガード部 5 1 の外形は円形である。ガード部 5 1 の中央部には、センサ電極 2 1 の外形よりも僅かに大きい開口部 5 1 a が形成されている。センサ電極 2 1 は、開口部 5 1 a 内にガード部 5 1 と非接触で配置される。

【 0 0 4 0 】

ガード電極 5 は、また、ガード部 5 1 から延びるリード部 5 2 を備える。リード部 5 2 の幅方向中央部には、リード部 2 2 及び端子部 2 3 の外形よりも僅かに大きい開口部 5 2 a が形成されている。リード部 2 2 及び端子部 2 3 は、開口部 5 2 a 内にリード部 5 2 と非接触で配置される。

【 0 0 4 1 】

絶縁体 6 a は、ガード電極 3 に対して物体 7 側、換言すると、ガード電極 3 に対して物体 8 と反対側に配置されている。絶縁体 6 a は、物体 7 とガード電極 3 とを絶縁する。

【 0 0 4 2 】

絶縁体 6 b は、ガード電極 3 と導電体 2 との間に配置されている。絶縁体 6 b は、導電体 2 とガード電極 3 とを絶縁する。絶縁体 6 c は、導電体 2 とガード電極 4 との間に配置されている。絶縁体 6 c は、導電体 2 とガード電極 4 とを絶縁する。

【 0 0 4 3 】

絶縁体 6 d は、ガード電極 4 に対して物体 8 側に配置されている。絶縁体 6 d はガード電極 4 と物体 8 とを絶縁するものであるが、その主要な目的は、物体 8 に対して距離センサ 1 を保護する保護膜としての機能にある。したがって、他の絶縁体 6 a ~ 6 c よりも膜厚を厚くしてもよい。物体 8 が可動物等であり、計測中に距離センサ 1 に接触の可能性がある場合に、絶縁体 6 d は距離センサ 1 の内部の保護に有効である。逆に、物体 8 と距離センサ 1 との接触可能性が低い場合、絶縁体 6 d を省略することも可能である。

【 0 0 4 4 】

絶縁体 6 a ~ 6 d は、長手方向の長さが異なっており、図 1 (A) に示すように、距離センサ 1 の一端に、ガード電極 3 の部分 3 3、導電体 2 の端子部 2 3、ガード電極 5 のリード部 5 2、及び、ガード電極 4 が部分的に露出しており、これらに配線を接続することが可能となっている。

【 0 0 4 5 】

物体 7 は、距離センサ 1 を支持する基板、又は、ギャップ計測の対象となる計測対象物の一方を構成する部材（例えば物体 8）に対向して配置され、計測対象物の他方を構成する部材である。物体 7 に対する距離センサ 1 の取付けは、例えば、絶縁体 6 a と物体 7 との間に位置する粘着層を絶縁体 6 a に設けておき、距離センサ 1 を物体 7 に貼り付けることで行うことができる。これにより距離センサ 1 を比較的簡易に設置できる。

【 0 0 4 6 】

距離センサ 1 の製造にあたっては、例えば、物体 7 上に、絶縁体 6 a、ガード電極 3、絶縁体 6 b、導電体 2 並びにガード電極 5、絶縁体 6 c、ガード電極 4、及び、絶縁体 6 d の順でこれらをスパッタリング等により積層しながら形成する。また、別の例として、絶縁体 6 a ~ 6 d として樹脂製のフィルムを準備する。スパッタリング等により、絶縁体 6 a 上にガード電極 3 を、絶縁体 6 b 上に導電体 2 及びガード電極 5 を、絶縁体 6 c 上にガード電極 4 をそれぞれ形成する。そして、絶縁体 6 a 及びガード電極 3、絶縁体 6 b 及び導電体 2 並びにガード電極 5、絶縁体 6 c 及びガード電極 4、絶縁体 6 d の順でこれらを積層し、薄膜のシート状の積層体として製造してもよい。

【 0 0 4 7 】

本実施形態では、導電体の層が 3 層（ガード電極 3、導電体 2 及びガード電極 5、ガード電極 4）で、絶縁体の層が 4 層（絶縁体 6 a ~ 6 d）の層構造であるが、これに限られ

ず、層数の異なる他の層構造を採用してもよい。

【 0 0 4 8 】

係る構成からなる距離センサ 1 の作用について図 1 (B) 及び図 1 (C) を参照して説明する。これらの図では、距離センサ 1 が物体 7 の貼り付けられて物体 7 と物体 8 との距離を計測する場合を想定している。導電体 2 には計測信号源 9 1 が接続され、例えば交流の計測信号が入力される。ガード電極 3 ~ 5 には信号源 9 2 が接続され、導電体 2 と等電位となるように信号が入力される。物体 8 は計測信号源 9 1 及び信号源 9 2 のグラウンドに接続される。なお、計測信号源 9 1 及び信号源 9 2 は一体であってもよい。

【 0 0 4 9 】

計測信号の入力により、図 1 (B) に示すようにセンサ電極 2 1 から物体 8 へ、破線で示す電気力線が発生する。このとき、ガード電極 5 のガード部 5 1 から物体 8 へ破線で示す電気力線が生じて、端効果によってセンサ電極 2 1 の周縁において電気力線が曲がることを低減できる。また、ガード電極 3 の存在により電気力線が物体 7 へ向かって発生することも抑制される。

【 0 0 5 0 】

センサ電極 2 1 と物体 8 の表面 (計測面) との間の静電容量は、これらの距離の大きさに比例して変化してそのインピーダンスが変化する。計測信号を観察することで、センサ電極 2 1 と物体 8 との距離、つまり、物体 7 と物体 8 の距離を計測ないし演算することができる。

【 0 0 5 1 】

リード部 2 2 に着目すると、図 1 (C) に示すように、ガード電極 3 の存在により電気力線が物体 7 へ向かって発生することが抑制されることに加えて、ガード電極 4 の存在により電気力線が物体 8 へ向かって発生することも抑制される。つまり、センサ電極 2 1 の範囲内のみで、スポット的に、物体 8 との静電容量を計測することができ、距離計測精度に対するリード部 2 2 の影響を低減することができる。

【 0 0 5 2 】

< 実験例 >

ガード電極 3 やガード電極 4 の存在による距離計測精度の向上効果について実験を行ったので図 3 (A) ~ 図 3 (C) 及び図 4 (A) ~ 図 4 (C) を参照して説明する。

【 0 0 5 3 】

本発明の実施例は図 2 の構造とした。センサ電極 2 1 は直径 1 mm の円形とし、リード部 2 2 は線幅 0 . 1 mm とした。計測距離の範囲は 0 ~ 1 0 0 μ m 程度とし、距離の増大に反比例して、計測結果 (電圧) が出力されるように計測回路を構成した。市販のプローブタイプの静電容量型距離センサを使用した同じ距離を計測し、その計測結果を基準値として実施例と比較例とを評価することとした。

【 0 0 5 4 】

図 3 (A) ~ 図 3 (C) は比較例のセンサ構造を示している。図 3 (A) の比較例 (比較例 1 と呼ぶ) は、ガード電極 3 ~ 5 を設けない点が実施例と異なっている。図 3 (B) の比較例 (比較例 2 と呼ぶ) は、ガード電極 3 及び 4 を設けない点が実施例と異なっている。図 3 (C) の比較例 (比較例 3 と呼ぶ) は、ガード電極 4 を設けない点が実施例と異なっている。

【 0 0 5 5 】

図 4 (A) 及び図 4 (B) は比較例 1 ~ 3 の計測結果を示し、図 4 (C) は実施例の計測結果を示している。各図において、破線は基準値である、市販のプローブタイプの静電容量型距離センサの計測結果を示している。

【 0 0 5 6 】

図 4 (A) は比較例 1 及び 2 の計測結果を示している。距離に対して出力電圧が略一定であり、実用性が低い結果となった。

【 0 0 5 7 】

図 4 (B) は比較例 3 の計測結果を示している。距離に対して出力電圧が変化しており

、基準値に変化の傾向が近づいているが、ずれが生じている。

【0058】

図4(C)は実施例の計測結果を示している。基準値と略等しい計測結果が得られている。実施例と比較例3の構造並びに計測結果の比較から、比較例3の構造ではリード部22と計測面との間の静電容量が計測結果に影響していること、及び、実施例ではガード電極4を設けたことによりリード部22の影響をキャンセルできたこと、が理解される。

【0059】

市販のプローブタイプの静電容量型距離センサに対する実施例の距離センサの優位性は、その適用部位の自由度にある。実施例の距離センサは、薄型のフィルム状に形成できることから、微小隙間の計測に適用できる。また、センサ電極21を小さくすることで検知範囲を狭くできる点も有利である。例えば、静止物と可動物との間の隙間の計測に実施例の距離センサを利用することができ、多点計測とすれば、可動物の挙動計測も可能となる。具体的な適用例については後述する。

【0060】

次に、センサ電極21の直径が異なる複数の実施例を作成し、その出力特性を計測した。図5はその実験結果を示す。この実験では4つの実施例を作成し、センサ電極21の直径を、それぞれ、0.5mm、1.0mm、1.2mm、1.8mmとした。計測距離に対する出力電圧の変化率について着目すると、センサ電極21の直径が大きい程、より広範囲の計測距離について出力電圧の変化率が比較的均一である。例えば、直径1.8mmのセンサ電極21を備える実施例では、実験での計測距離の範囲全域に渡って出力電圧の線形性が高くなっている。一方、直径が0.5mmや1.0mmのもののように、相対的に小さいセンサ電極21を備える実施例では、計測距離が短い領域においての出力電圧の線形性が高い。

【0061】

以上のことから、計測距離の長さやび範囲に応じてセンサ電極21の直径を選択することで、より精度の高い距離計測が行える。例えば、計測距離が短い場合には直径が小さいセンサ電極21の採用が有利である。一方、計測距離の範囲が広い場合には直径が大きいセンサ電極21の採用が有利である。

【0062】

<適用例>

本発明の距離センサは、例えば、軸と軸受けとの隙間や、転がり軸受けのコロとコロ保持器との隙間といった微小隙間の距離計測に適用可能であり、しかも、多点計測とすることで軸やコロの挙動計測（傾き等）も可能となる。こういった微小隙間の距離計測のニーズは自動車産業等において高まっている。

【0063】

近年のエンジン開発は、二酸化炭素低減に向けた燃費規制のため、小型・軽量化が進められており、又、高い燃焼圧力のため面圧(特に圧力変動)が増加している。面圧増加に伴うエンジン各部は、潤滑状態の悪化による摩擦・摩耗の増大が問題となっている。エンジンやトランスミッション設計には、CAEによる基本設計が導入されている。しかし、個々の事例においては不十分な点も多く、実験による計算の検証や原因究明が不可欠であり、次代のエンジン又はトランスミッション開発の非常に有用な情報となる。例えば、ピストンスカートではキャビテーションやエアレーションによって気泡の発生量とタイミングが個々のエンジンで不明のため、計算と実測に違いが生じる場合がある。また、クラッチではそのたわみ量が一定ではなく、スティックスリップの原因とも言われている。

【0064】

燃費向上を目的としたアイドルストップ機構は、従来のエンジンやトランスミッションで生じていた摩擦・摩耗形態とは異なる新たな問題を生じている。これらの問題を明確にできる計測ツールが薄膜距離センサによる計測技術である。

【0065】

即ち、薄膜距離センサは次世代のエンジン/トランスミッション開発は無論、開発に有

10

20

30

40

50

用な解析ツールの性能向上に寄与できるセンサ技術であり、本発明はエンジン及びトランスミッション摺動部などの潤滑状態解明に必要な油膜厚さの計測に適用可能である。

【0066】

図6(A)～(C)は上述した距離センサ1の適用例を示している。同図は、エンジンのクランク軸101と、その軸受けメタル102及び103のうち的一方との間の距離計測に適用した例を示している。

【0067】

同図の例では距離センサ1を軸受けメタル103の内面に複数設けている。図6(B)は距離センサ1の配置を示しており、計測点が軸方向に3か所、周方向に3か所となるように、合計9つの距離センサ1が軸受けメタル103の内面に貼り付けられる。距離センサ1は、リード部22の長さ等が異なる複数種類用意されており、端子部23は、軸受けメタル103の端面に位置している。計測に先立って、このように複数の距離センサ1を、各センサ電極21が互いに異なる位置となるように配置する(準備工程)。なお、図6(B)には図示しないが、ガード電極3は導電体2に対して軸受けメタル103の内面側に、ガード電極4は導電体2に対して反対側(クランク軸101側)に位置するように、各距離センサ1が設けられることは言うまでもない。

【0068】

その後、図6(A)の状態にクランク軸101、軸受けメタル102及び103を組み立てて隙間の計測に移る。計測工程では、上記のとおり、ガード電極3～5を導電体2と同電位に維持しながら導電体2に計測信号を入力する。このとき、クランク軸101を回転させながら計測を行うことで実際のエンジン駆動時における隙間(つまり油膜)の計測を行える。

【0069】

計測工程の実施により、クランク軸101周面と軸受けメタル103の内面との動的な隙間の変動について、9か所の計測結果を得られることになる。この結果、例えば図6(C)で矢印で示すようなクランク軸101の振れといった、駆動時のクランク軸101の挙動も検証可能となる。

【0070】

<他の実施形態>

上記実施形態では、ガード電極5を設けたが、ガード電極5を省略することもできる。図7(A)及び図7(B)はその一例を示す。図7(A)は分解斜視図を示し、図7(B)はセンサ電極21を通る断面図である。上記実施形態との違いは、ガード電極5の有無だけである。

【0071】

ガード電極3の部分31は、既に述べたとおり、センサ電極21の周囲部分とも重なるように、より広い面積で形成されており、積層方向のずれはあるものの、センサ電極21を囲む部分を有している。このため、図7(B)に示すように、ガード電極3の部分31から物体8へ破線で示す電気力線が生じて、端効果によってセンサ電極21の周縁において電気力線が曲がることを低減でき、ガード電極5を設けた場合と同等の効果を得られる。

【0072】

図8(A)及び図8(B)は、ガード電極5を省略した別例を示している。図8(A)は分解斜視図を示し、図8(B)はセンサ電極21を通る断面図である。上記実施形態との違いは、ガード電極5の有無と、ガード電極4の形状だけである。

【0073】

図8(A)及び図8(B)の例では、ガード電極4は、部分41と部分42とを有している。部分42はリード部22と重なる部分であり、本実施形態のガード電極4は、上記実施形態のガード電極4に部分41を追加した形状をなしている。

【0074】

部分41は、積層方向のずれはあるものの、センサ電極21を囲む形状を有している。

具体的には、部分 4 1 の外形は円形であり、その中央部には、センサ電極 2 1 の外形よりも僅かに大きい開口部 4 1 a が形成されている。センサ電極 2 1 は、開口部 4 1 a と重なるように配置され、したがって、ガード電極 4 はセンサ電極 2 1 とは重ならない。

【 0 0 7 5 】

図 8 (B) に示すように、ガード電極 4 の部分 4 1 から物体 8 へ破線で示す電気力線が生じて、端効果によってセンサ電極 2 1 の周縁において電気力線が曲がることを低減でき、ガード電極 5 を設けた場合と同等の効果を得られる。開口部 4 1 a を設けたことで、センサ電極 2 1 から物体 8 への電気力線の発生は妨げない。図 8 (A) 及び図 8 (B) の例ではガード電極 3 の部分 3 1 もセンサ電極 2 1 を囲む部分を有しているが、この囲む部分は無くしてもよい。

10

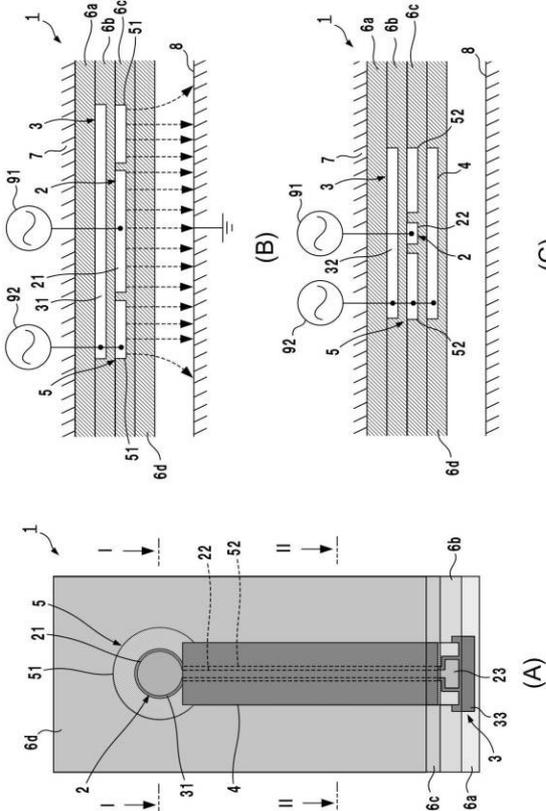
【 0 0 7 6 】

このようにガード電極 3 とガード電極 4 との少なくともいずれか一方が、センサ電極 2 1 を囲む部分を備える構成とすることで、端効果によってセンサ電極 2 1 の周縁において電気力線が曲がることを低減できる。

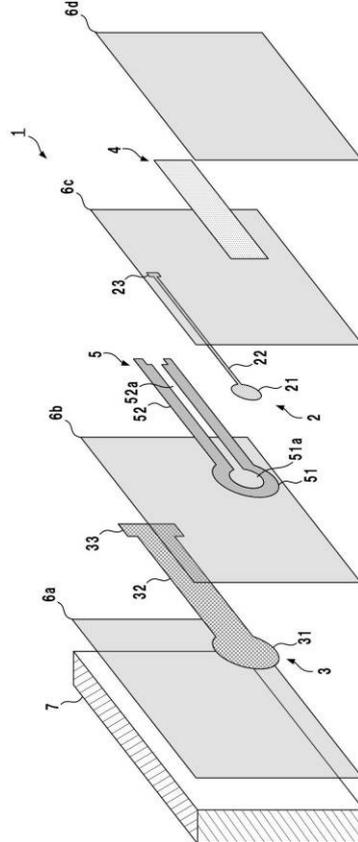
【 0 0 7 7 】

なお、本実施形態は、適宜設計可能で、例えば、センサ電極の大きさは、適宜変更可能であり、またその形状も円形に限らず他の形状であってもよい。

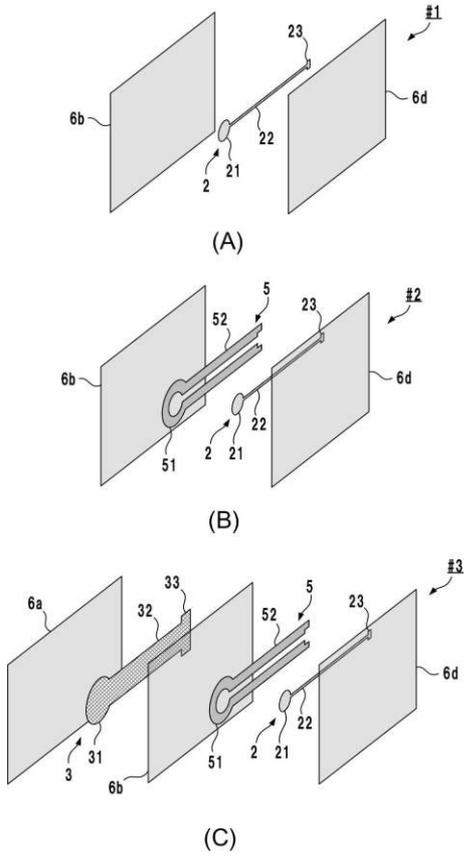
【 図 1 】



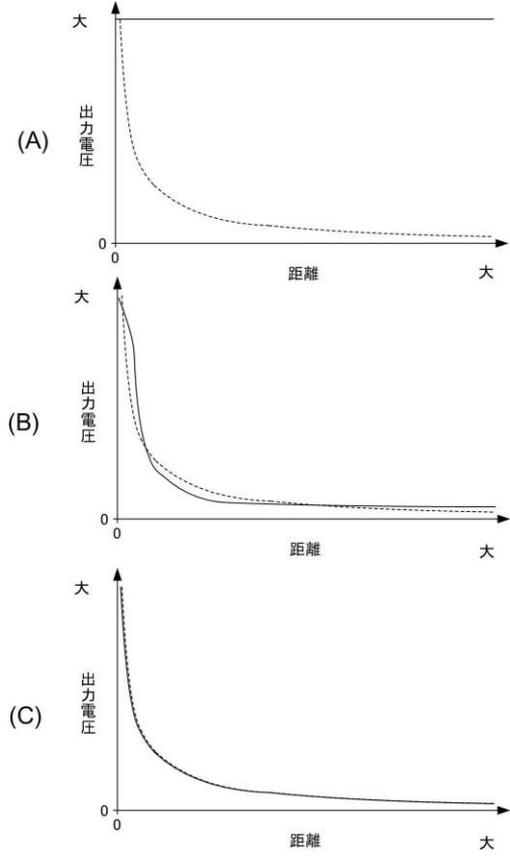
【 図 2 】



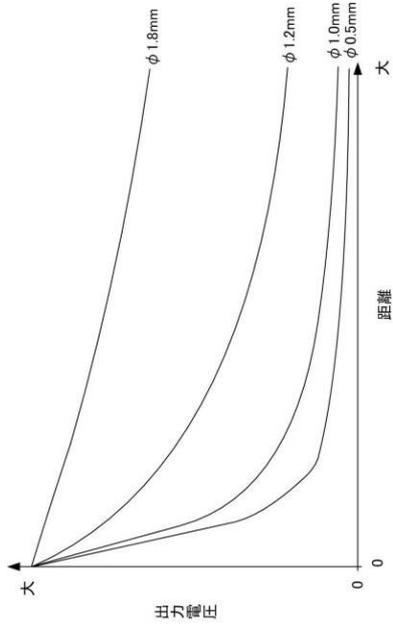
【図3】



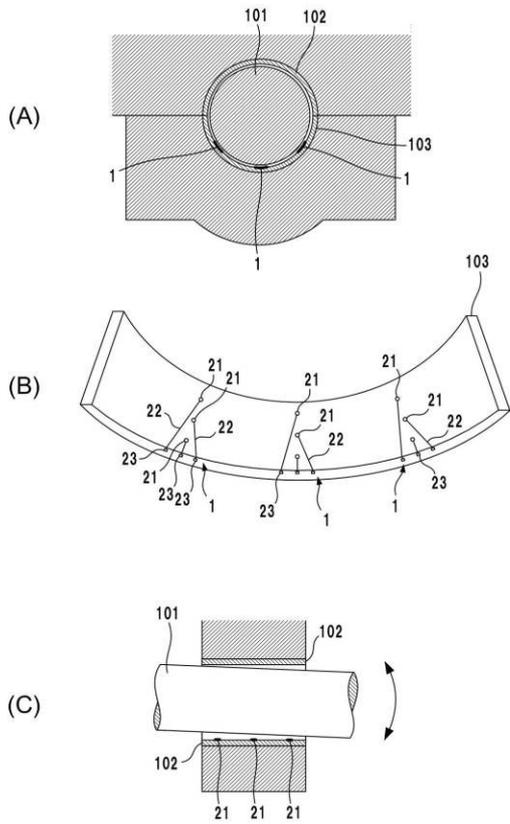
【図4】



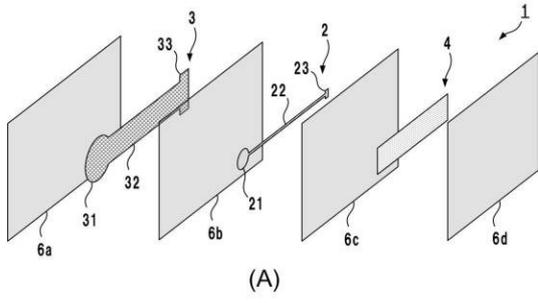
【図5】



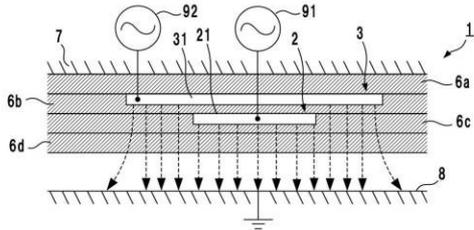
【図6】



【図 7】

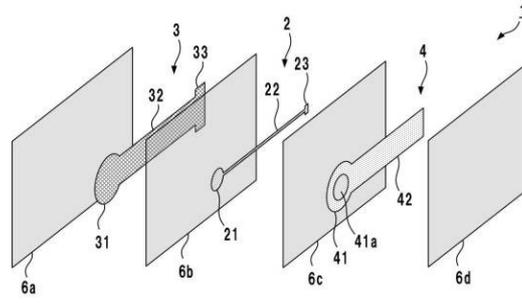


(A)

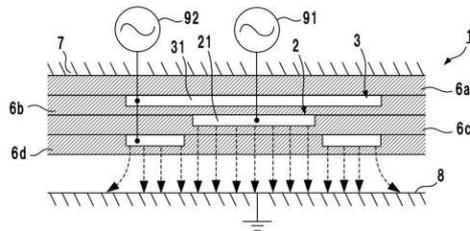


(B)

【図 8】



(A)



(B)

フロントページの続き

(74)代理人 100134175

弁理士 永川 行光

(72)発明者 松本 謙司

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 三原 雄司

東京都世田谷区玉堤1丁目2番1号 東京都市大学内

審査官 吉田 久

(56)参考文献 特開2001-91205(JP,A)

特開2005-183744(JP,A)

特開2000-28462(JP,A)

特開2008-158356(JP,A)

特表2013-516601(JP,A)

特表2013-516602(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/00 - 5/252

G01B 7/00 - 7/34