

(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2005-147779  
(P2005-147779A)

(43) 公開日 平成17年6月9日(2005.6.9)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G01F 23/26

F I  
G O I F 23/26 A

テーマコード (参考)  
2 F O 1 4

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

|           |                              |          |                                            |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2003-383340 (P2003-383340) | (71) 出願人 | 000010098<br>アルプス電気株式会社<br>東京都大田区雪谷大塚町1番7号 |
| (22) 出願日  | 平成15年11月13日(2003.11.13)      | (74) 代理人 | 100106909<br>弁理士 棚井 澄雄                     |
|           |                              | (74) 代理人 | 100064908<br>弁理士 志賀 正武                     |
|           |                              | (74) 代理人 | 100108578<br>弁理士 高橋 詔男                     |
|           |                              | (74) 代理人 | 100120396<br>弁理士 杉浦 秀幸                     |
|           |                              | (74) 代理人 | 100094400<br>弁理士 鈴木 三義                     |
|           |                              | (74) 代理人 | 100108453<br>弁理士 村山 靖彦                     |

最終頁に続く

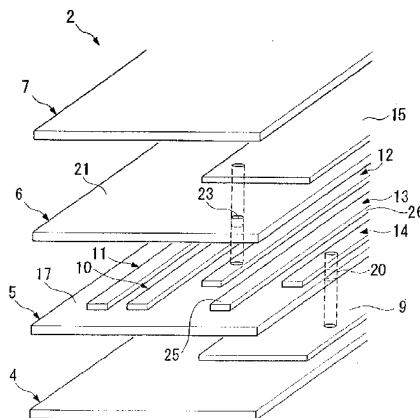
(54) 【発明の名称】 液面レベルセンサ

(57) 【要約】

【課題】 液面レベルを精度良く測定することができる液面レベルセンサを提供することである。

【解決手段】 液面レベルセンサは、容器内に取り付けられるセンサ部2と、測定回路とを備えている。センサ部2は、交流信号を入力する駆動電極11と、測定電極10と、参照電極13とを有し、参照電極13は、第一シールド電極12及び第二シールド電極14と、シールド層9, 15とから構成されるシールドに囲まれている信号導通部26と、シールドから突出する参照用測定部25とを有している。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

液体が収容される容器内に配置され、所定の信号が入力される測定信号供給電極と、前記測定信号供給電極から所定距離をおいて配置され、液面の高さに応じて変化する電気特性を測定する測定電極と、前記測定信号供給電極及び前記測定電極の間の電気特性を測定するにあたり、前記電気特性の参照値を取得する参照電極とを含み、前記参照電極の一部が電磁的にシールドされていることを特徴とする液面レベルセンサ。

## 【請求項 2】

前記参照電極は、測定回路に接続される信号導通部の先端に、前記参照値を測定する参照用測定部を備え、前記信号導通部が電磁的にシールドされていることを特徴とする請求項 1 に記載の液面レベルセンサ。

10

## 【請求項 3】

前記測定信号供給電極と、前記測定電極と、前記参照電極と、前記参照電極のシールドとを防水性の絶縁フィルムで覆ったことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の液面レベルセンサ。

## 【請求項 4】

前記参照電極は、絶縁部材上に設けられており、前記参照電極のシールドは、前記絶縁部材上に前記参照電極に沿って、その両側に設けられた一对のシールド電極と、前記絶縁部材を挟むように設けられた一对のシールド層とを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の液面レベルセンサ。

20

## 【請求項 5】

前記測定電極と前記測定信号供給電極との間の距離は、一方の前記シールド電極及び前記シールド層と前記測定信号供給電極との間の距離に略等しいことを特徴とする請求項 4 に記載の液面レベルセンサ。

## 【請求項 6】

前記測定信号供給電極、前記測定電極、前記参照電極のそれぞれの先端位置を揃えたことを特徴とする請求項 1 に記載の液面レベルセンサ。

## 【請求項 7】

前記参照電極は、その先端部分を除いた部分であって、少なくとも液体に浸漬され得る部分がシールドされていることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の液面レベルセンサ。

30

## 【請求項 8】

前記測定電極及び前記測定信号供給電極並びに前記参照電極が、互いに近接して配置され、かつ各電極が長尺型の絶縁フィルムで覆われた長尺フィルム型とされてなることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の液面レベルセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、液面レベルを測定する液面レベルセンサに関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

液体を収容する容器には、液面レベルを測定する液面レベルセンサを備えるものがある。液面レベルセンサとしては、例えば、フロート式のセンサや、超音波を用いたセンサ、静電容量式のセンサなどが知られている。

ここで、容器が、例えば、高さ 20 mm、直径 20 mm のように小型である場合には、フロート式のセンサでは、フロートを小さくせざるを得ないので、フロート自体の浮力が小さくなりすぎる。このため、可変抵抗器や、光学素子、磁気素子など、フロートに連動する位置検出素子を支えきれないという問題を有する。また、小型の容器では、容積が小さいために、液面レベルの絶対値が小さくなり、例えば、高さ方向でプラスマイナス 0 .

50

5 mm程度といった高い測定精度が要求されるようになる。このような特殊性を有する小型な容器に、超音波を用いたセンサを適用すると、超音波を送受信する距離を十分に確保できないので、測定精度が低くなってしまい、液面レベルを精度良く測定することができない。

#### 【0003】

これに対して、静電容量式のセンサは、フロート式のセンサよりも小型にすることができ、超音波を用いたセンサよりも高精度に液面レベルを測定することができる。

静電容量式のセンサは、一部が液体内に浸漬される一对の測定用電極を、容器の鉛直方向に沿って配置した構成を有している。ここで、液体中の誘電率は、空気中の誘電率よりも大きいので、一对の測定用電極のうち、液体に浸漬されている部分の静電容量は大きく  
10  
なる。したがって、液面レベルが高いほど、静電容量が大きくなるので、静電容量を測定すれば、液面レベルを測定することができる。さらに、従来の液面レベルセンサには、液体内に全体が浸漬される一对の参照用電極を有するものがある。一对の参照用電極で測定した静電容量からは、その温度における液体の誘電率を演算することができる。そして、この誘電率を用いて測定用電極間の静電容量を測定すれば、測定精度を向上できる（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平11-108735号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0004】

しかしながら、一对の測定用電極と、一对の参照用電極との間に、静電的な結合が起こりやすいので、測定用電極における静電容量の測定値に誤差が発生しやすかった。特に、液面レベルセンサを小型化すると、測定用電極と参照用電極とが近接するので、誤差がさらに発生しやすくなる。

この発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、液面レベルを精度良く測定することができる液面レベルセンサを提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0005】

本発明は、上記の課題を解決するため、以下の手段を採用した。

本発明の液面レベルセンサは、液体が収容される容器内に配置され、所定の信号が入力  
30  
される測定信号供給電極と、前記測定信号供給電極から所定距離をおいて配置され、液面の高さに応じて変化する電気特性を測定する測定電極と、前記測定信号供給電極及び前記測定電極の間の電気特性を測定するにあたり、前記電気特性の参照値を取得する参照電極とを含み、前記参照電極の一部が電磁的にシールドされていることを特徴とする液面レベルセンサ。

このような液面レベルセンサでは、参照電極の一部がシールドされるので、参照電極のうちシールドされている部分は、測定電極や、測定信号供給電極と静電的な結合を起こさない。この液面レベルセンサでは、駆動電極と測定電極との間の電気特性と、参照電極においてシールドされない部分で測定する電気特性とから、液面レベルが測定される。

#### 【0006】

上記の液面レベルセンサにおいては、前記参照電極は、測定回路に接続される信号導通部の先端に、前記参照値を測定する参照用測定部を備え、前記信号導通部が電磁的にシールドされていることが好ましい。

このような液面レベルセンサは、参照用測定部で得られる信号を測定回路に導く過程で、信号にノイズがのることを防止できる。特に、参照用測定部が容器の底面近傍に位置するので、液面レベルを検出する際のレファレンスを取りやすい。

#### 【0007】

上記の液面レベルセンサにおいては、前記測定信号供給電極と、前記測定電極と、前記参照電極と、前記参照電極のシールドとを防水性の絶縁フィルムで覆うことが好ましい。

このような液面レベルセンサでは、導電性の各電極や、シールド層と、液体との接触を  
50

防止できる。

【0008】

上記の液面レベルセンサにおいては、前記参照電極は、絶縁部材上に設けられており、前記参照電極のシールドは、前記絶縁部材上に前記参照電極に沿って、その両側に設けられた一对のシールド電極と、前記絶縁部材を挟むように設けられた一对のシールド層とを含むことが好ましい。

このような液面レベルセンサでは、シールド電極及びシールド層が参照電極を囲むように配設されるので、参照電極の電磁的なシールドを強固にすることができる。

【0009】

上記の液面レベルセンサにおいては、前記測定電極と前記測定信号供給電極との間の距離は、一方の前記シールド電極及び前記シールド層と前記測定信号供給電極との間の距離に略等しいことが好ましい。

このような液面レベルセンサでは、測定信号供給電極から発振する信号が、測定電極と、シールド電極及びシールド層とに均等に伝播するようになる。

【0010】

上記の液面レベルセンサにおいては、前記測定信号供給電極、前記測定電極、前記参照電極のそれぞれの先端位置を揃えることが好ましい。

このような液面レベルセンサでは、各電極の先端が同じ高さになることで、より深い位置から液面レベルを測定することが可能になる。

【0011】

上記の液面レベルセンサにおいては、前記参照電極は、その先端部分を除いた部分であって、少なくとも液体に浸漬され得る部分がシールドされていることが好ましい。

この液面レベルセンサでは、液面レベルを測定可能な範囲において、参照値を取得する部分を除いて参照電極がシールドされるので、液面レベルが変化しても、参照電極の参照値を測定する部分以外は、測定信号供給電極と静電的な結合を起こさない。

【0012】

上記の液面レベルセンサにおいては、前記測定電極及び前記測定信号供給電極並びに前記参照電極が、互いに近接して配置され、かつ各電極が長尺型の絶縁フィルムで覆われた長尺フィルム型とされてなることが好ましい。

この液面レベルセンサでは、導電性の各電極や、シールド層と、液体との接触を防止できる。また、長尺フィルム型であるため、取り扱いが容易になるし、電極間距離を確実に固定できる。

【発明の効果】

【0013】

この発明によれば、参照電極の一部をシールドしたので、シールドされた部分と、測定電極や、測定信号供給電極との間の静電的な結合を防止できる。したがって、参照電極が外部からの電磁的なノイズに強くなるので、液面レベルの測定精度が向上する。また、各電極の液体に浸漬される部分を、フィルムで覆った構成にすると、取り扱いが容易になる。

さらに、参照電極の先端部分を除いてシールドすると、容器の底面付近における電気特性を測定しやすくなる。

また、測定信号供給電極から測定電極までの距離と、測定信号供給電極からシールドまでの距離とを略等しくすると、測定信号供給電極からの信号の伝播が略均等になり、測定誤差が低減する。

さらに、各電極の先端を容器の底面に対して同じ高さにすると、少量の液体であっても、液面レベルを測定できるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

発明を実施するための最良の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

図1に示すように、この実施の形態における液面レベルセンサは、容器1内に固定され

10

20

30

40

50

るセンサ部 2 と、センサ部 2 に電氣的に接続される測定回路 3 とを有している。

【0015】

図 2 及び図 3 に示すように、センサ部 2 は、細長のフィルム形状を有し、長手方向の一方の基端 2 a が測定回路 3 に接続され、先端 2 b が容器 1 の底面近傍に位置するように固定される。さらに、基端 2 a から先端 2 b に向かう間で、センサ部 2 は、その幅が広がっている。この拡幅部分 8 から先を、液体内に浸漬することが好ましい。

センサ部 2 は、カバーフィルム 4 と、第一絶縁フィルム 5 と、第二絶縁フィルム 6 と、カバーフィルム 7 とを、この順番に積層させてある。各フィルム 4, 5, 6, 7 は、ポリエチレンテレフタレート (PET) や、ポリエステル、ナイロン、液晶ポリマなど、吸水率の低い絶縁部材で製造されている。

【0016】

一側の最外層にあたるカバーフィルム 4 上には、カバーフィルム 4 の半分ほどの幅を有するシールド層 9 がシート状に設けられている。第一絶縁フィルム 5 は、カバーフィルム 4 と共にシールド層 9 を挟むようにカバーフィルム 4 上に密着されている。この第一絶縁フィルム 5 には、各々線状の測定電極 10 と、駆動電極 (測定信号供給電極) 11 と、第一シールド電極 12 と、参照電極 13 と、第二シールド電極 14 とが、第一絶縁フィルム 5 の長手方向に沿って、各々離間して略並列に配設されている。第二絶縁フィルム 6 は、第一絶縁フィルム 5 と共に各電極 10, 11, 12, 13, 14 を挟むように、第一絶縁フィルム 5 上に密着されている。この第二絶縁フィルム 6 上には、第二絶縁フィルム 6 の半分ほどの幅を有するシールド層 15 がシート状に設けられている。そして、カバーフィルム 7 は、第二絶縁フィルム 6 と共にシールド層 15 を挟むように、第二絶縁フィルム 6 上に密着する。

なお、図 2 に示すように、第二絶縁フィルム 6 及びカバーフィルム 7 は、センサ部 2 の基端 2 a 側がカバーフィルム 4 及び第一絶縁フィルム 5 よりも短くなっており、センサ部 2 の上部に相当する基端 2 a 側は、各電極 10, 11, 12, 13, 14 が、各々所定の長さで露出している。

【0017】

図 2 及び図 3 に示すように、駆動電極 11 は、所定の線幅及び厚さで第一絶縁フィルム 5 の面 17 上に、基端から先端の近傍まで設けられている。この駆動電極 11 の上端は、センサ部 2 の基端 2 a 側において測定回路 3 (図 1 参照) に接続されており、所定の駆動用の交流信号が入力される。また、駆動電極 11 の下端 (先端) 11 a は、第一絶縁フィルム 5 の先端 5 a よりも、所定の距離  $r_1$  だけ上方に位置している。

測定電極 10 は、面 17 上において、駆動電極 11 から所定距離をおいた位置に設けられている。測定電極 10 の線幅及び厚さは、駆動電極 11 と同じである。測定電極 10 の上端は、センサ部 2 の基端 2 a 側において測定回路 3 に接続される。また、測定電極 10 の下端 (先端) 10 a は、第一絶縁フィルム 5 の先端 5 a よりも、所定の距離  $r_1$  だけ上方に位置している。

この測定電極 10 と駆動電極 11 とは、容量素子を形成する。その静電容量は、測定電極 10 及び駆動電極 11 の表面積と、電極間距離と、誘電率とで定まる。誘電率は、空気の誘電率に対して液体の誘電率が十分に大きい。したがって、測定電極 10 及び駆動電極 11 との間の静電容量は、液面に浸漬している表面積、つまり測定電極 10 及び駆動電極 11 の下端から、後述する液面レベルまでの長さに略比例する。

【0018】

また、第一シールド電極 12 は、面 17 上において、駆動電極 11 に対して測定電極 10 と略対称な位置に設けられている。つまり、駆動電極 11 から測定電極 10 までの距離と、駆動電極 11 から第一シールド電極 12 までの距離は、略同一である。第一シールド電極 12 の上端は、接地される。また、第一シールド電極 12 の下端 (先端) 12 a は、第一絶縁フィルム 5 の先端 5 a よりも、所定の距離  $r_2$  だけ上方に位置している。なお、距離  $r_2$  は、距離  $r_1$  よりも大きい。

参照電極 13 は、面 17 上において、駆動電極 11 から、さらに離間した位置に配置さ

10

20

30

40

50

れている。参照電極 13 の幅及び厚さは、駆動電極 11 と等しい。参照電極 13 の上端は、センサ部 2 の基端側において測定回路 3 に接続される。また、参照電極 13 の下端（先端）13a は、第一絶縁フィルム 5 の先端 5a よりも、所定距離  $r_1$  だけ上方に位置している。

第二シールド電極 14 は、面 17 上において、第一シールド電極 12 と共に参照電極 13 を挟むように配置されている。つまり、参照電極 13 から第二シールド電極 14 までの距離は、参照電極 13 から第一シールド電極 12 までの距離の略等しい。第二シールド電極 14 の上端は、接地される。また、第二シールド電極 14 の下端（先端）14a は、第一絶縁フィルム 5 の先端 5a よりも、所定の距離  $r_2$  だけ上方に位置している。

#### 【0019】

さらに、シールド層 9 は、シールド電極 12, 14 及びシールド層 15 に重なる位置に設けられている。具体的には、シールド層 15 の幅は、シールド電極 12, 14 の電極間距離に、各シールド電極 12, 14 の幅を加えた値に略等しい。また、シールド層 9 の下端（先端）は、シールド電極 12, 13 と同様に、第一絶縁フィルム 5 及び第二絶縁フィルム 6 の先端よりも、所定の距離  $r_2$  だけ上方に位置する。ここで、シールド層 9 は、導電性材料からなる。そして、第一絶縁フィルム 5 に形成された導電スルーホール部 20 を介して、第二シールド電極 14 と電氣的に接続されている。なお、導電スルーホール部 20 は、例えば、第一絶縁フィルム 5 に形成したスルーホールに導電性材料をメッキして形成する。

#### 【0020】

シールド層 15 は、導電性材料からなり、シールド層 9 と同じ形状を有している。また、シールド層 15 は、第二絶縁フィルム 6 が第一絶縁フィルム 5 の面 17 と密着する面と反対側の面 21 に形成されている。その下端（先端）は、シールド電極 12, 13 及びシールド層 9 と同じ位置にある。さらに、このシールド層 15 は、第二絶縁フィルム 6 に形成された導電スルーホール部 23 を介して、第二シールド電極 14 と電氣的に接続されている。

シールド層 9 とシールド層 15 とは、第一絶縁フィルム 5 及び第二絶縁フィルム 6 を介して、参照電極 13 及びシールド電極 12, 14 を挟む位置に設けられている。したがって、一对のシールド電極 12, 14 と一对のシールド層 9, 15 は、参照電極 13 を囲むように配置され、かつ電氣的に接続される。シールド電極 12, 14 は、前記のように接地されるので、一对のシールド電極 12, 14 と一对のシールド層 9, 15 は、参照電極 13 の電磁的なシールドとなる。

#### 【0021】

そして、参照電極 13 の下端 13a 近傍で、シールドから突出する部分が、参照用測定部 25 となり、シールドされている部分が信号導通部 26 とされる。参照用測定部 25 は、駆動電極 11 と、容量素子を形成する。その静電容量は、参照用測定部 25 及び駆動電極 11 の表面積と、電極間距離と、誘電率とで定まる。参照用測定部 25 の長さは、所定の距離  $r_2$  から所定の距離  $r_1$  を引いた長さであり、このときの静電容量（誘電率）の値が、液面レベルを測定する際の参照値になる。そして、信号導通部 26 は、その上端が測定回路 3 に接続され、参照用測定部 25 で発生する所定の信号を測定回路 3 に入力する役割を担う。

#### 【0022】

なお、各電極 10, 11, 12, 13, 14 と、シールド層 9, 15 とは、所定の厚さの導電性材料を貼り付けられたフィルム 4, 5, 6 において導電材料を部分的にエッチングして形成されている。また、センサ部 2 の拡幅部分 8 では、各電極 10, 11, 12, 13, 14 の配置間隔も、第一シールド電極 12 を中心にして長くなっている。

#### 【0023】

図 1 に示すように、測定回路 3 は、例えば、方形の交流信号を生成する発振回路 31 を有している。この発振回路 31 は、3つのインバータ 32, 33, 34 からなる直列回路と、この直列回路の入力端及び出力端に接続された抵抗 35 と、インバータ 32 の入力端

10

20

30

40

50

及びインバータ 33 の出力端に接続されたコンデンサ 36 とを有している。そして、直列回路の出力端は、センサ部 2 の駆動電極 11 に接続されている。

また、測定回路 3 は、測定電極 10 に一端が接続された抵抗 37 及びアナログスイッチ 38 を有している。さらに、測定回路 3 は、参照電極 13 に一端が接続された抵抗 39 及びアナログスイッチ 40 を有している。抵抗 37, 39 のそれぞれ他端は、接地されている。アナログスイッチ 38, 40 は、ローパスフィルタ 41 に接続されている。また、各アナログスイッチ 38, 40 のコントロール端子は、発振回路 31 に接続されており、発振回路 31 の出力波形に応じて、スイッチの ON 又は OFF が切り替えられる。

#### 【0024】

ローパスフィルタ 41 は、アナログスイッチ 38 に一端が接続されたコンデンサ 42 と、抵抗 43 とを有し、抵抗 43 の他端にはコンデンサ 44 と、抵抗 45 と、コンデンサ 46 とが接続されている。さらに、ローパスフィルタ 41 は、アナログスイッチ 40 に一端が接続されたコンデンサ 47 と、抵抗 48 とを有し、抵抗 48 の他端にはコンデンサ 49 と、抵抗 50 と、コンデンサ 46 とが接続されている。そして、このローパスフィルタ 41 の出力は、差動増幅回路 51 に接続されている。なお、コンデンサ 42, 47、コンデンサ 44, 49、抵抗 45, 50 は、それぞれ他端は接地されている。コンデンサ 46 は、抵抗 43 と抵抗 48 のそれぞれ他端に介装されている。

10

#### 【0025】

差動増幅回路 51 は、主に、3つのオペアンプ 52, 53, 54 から構成されている。オペアンプ 52 の非反転入力端子には、ローパスフィルタ 41 の測定電極 10 側の出力が接続される。このオペアンプ 52 の出力端子と反転入力端子とは、抵抗 55 を介して接続されており、負帰還ループが形成されている。さらに、オペアンプ 52 の出力端子は、抵抗 56 を介してオペアンプ 54 の反転入力端子に接続されている。また、オペアンプ 52 の反転入力端子は、抵抗 57 及び可変抵抗 58 を介して、オペアンプ 53 の反転入力端子に接続されている。

20

オペアンプ 53 の非反転入力端子には、ローパスフィルタ 41 の参照電極 13 側の出力が接続される。このオペアンプ 53 の出力端子と反転入力端子との間にも抵抗 59 が介装されている。さらに、オペアンプ 53 の出力端子は、抵抗 60 と抵抗 61 のそれぞれに接続されている。抵抗 60 は接地されており、抵抗 61 はオペアンプ 54 の非反転入力端子に接続されている。

30

#### 【0026】

オペアンプ 54 の出力端子には、抵抗 62 の一端が接続されている。この抵抗 62 は、他の制御回路に接続されており、ここから基準位置  $h_0$  から液面までの距離（液面レベル）に応じた信号が出力される。なお、この抵抗 62 の他端とオペアンプ 54 の反転入力端子との間には、抵抗 63 とコンデンサ 64 とが並列に接続されている。

#### 【0027】

次に、この液面レベルセンサの動作について説明する。なお、図 1 に示す容器 1 の内面には、センサ部 2 が固定されているものとする。ここにおいて、センサ部 2 は、各電極 10, 11, 12, 13, 14 の長さ方向と、容器 1 の鉛直方向とを一致させてあり、センサ部 2 の先端と容器 1 の底面とが接触させてあることが望ましい。

40

#### 【0028】

まず、容器 1 には、図 2 に示すように距離  $r_2$  に等しい高さ（基準位置  $h_0$ ）まで液体が入っているものとする。この状態で、発振回路 31 が駆動用の交流信号を生成し、駆動電極 11 に入力する。交流信号は、駆動電極 11 から、空気及び液体を媒体として、測定電極 10、第一シールド電極 12、シールド層 9, 15、参照用測定部 25 に伝播する。なお、第一シールド電極 12 及びシールド層 9, 15 がアースされているので、参照電極 13 のうち、信号導通部 26 には、信号は伝播されない。

測定電極 10 には、信号の伝播により、液体の誘電率に基づく静電容量、つまり液面レベルに応じた受信電圧（受信信号）が発生する。この受信電圧が、測定回路 3 のアナログスイッチ 38 に入力される。また、参照用測定部 25 には、信号の伝播により、液体の誘

50

電率に基づく静電容量に応じた受信電圧（受信信号）が発生する。この受信電圧が、測定回路3のアナログスイッチ40に入力される。

【0029】

ここで、アナログスイッチ38, 40は、発振回路31の駆動交流に応じて、スイッチの断続を切り替えるので、測定電極10の受信電圧と、参照電極13の受信電圧とが同期検波される。アナログスイッチ38, 40で同期検波された各受信電圧は、ローパスフィルタ41に入力され、余分な交流成分が取り除かれ、直流成分が取り出される。さらに、差動増幅回路51に入力され、増幅された後に、測定電極10の受信電圧から、参照値となる参照電極13の受信電圧を減じた差に比例した信号が出力される。なお、測定電極10と駆動電極11との液体に浸漬している部分の間の誘電率と、測定電極10と参照電極13の参照用測定部25の間の誘電率とは、同じ値である。

10

【0030】

さらに、容器1内の液体の量が増えて、液面が基準位置 $h_0$ を超えて上昇すると、駆動電極11と測定電極10との間の静電容量は、液面レベルに略比例して増加する。これに対して、参照電極13は、基準位置 $h_0$ を越える部分がシールド電極12, 14及びシールド層9, 15にシールドされているので、基準位置 $h_0$ に相当する静電容量から変化しない。前記のように、センサ出力は、測定電極10側の静電容量に基づく信号と、参照電極13側の静電容量に基づく信号の差に比例する。したがって、液面レベルが上昇すると、これに比例して増加する。

【0031】

また、基準位置 $h_0$ 以上の領域では、液面レベルが下降すると、駆動電極11と測定電極10との間の静電容量は、減少する。これに対して、基準位置 $h_0$ 以上の領域では、駆動電極11と参照電極13との間の静電容量は、液面レベルが下降しても変化しない。したがって、センサ出力は、液面レベルが下降すると、これに比例して減少する。

20

このように、センサ出力は、参照用測定部25の受信電圧を基準として、液面レベルに略比例した大きさの信号になる。したがって、信号の大きさから液面レベルの絶対値がわかる。

【実施例】

【0032】

図2に示す構成の液面レベルセンサを用いて実測した液面レベルと、静電容量との関係の一測定例を、図4に示す。測定に使用したセンサ部2は、液晶ポリマ製のフィルム4, 5, 6, 7を用い、その厚さは $25\mu\text{m}$ 、幅は約 $11\text{mm}$ 、長さは $50\text{mm}$ とした。各電極10, 11, 12, 13, 14は、銅製で、幅を約 $1\text{mm}$ 、厚さを $125\mu\text{m}$ とした。また、駆動電極11の中心と測定電極10の中心との間の距離を約 $1.8\text{mm}$ とし、駆動電極11の中心と第一シールド電極12の中心との間の距離を約 $1.8\text{mm}$ とした。さらに、駆動電極11の中心と参照電極13の中心との間の距離を約 $3.6\text{mm}$ とした。参照電極13がシールド電極12, 14から突出する長さを約 $1\text{mm}$ とした。そして、駆動電極11及び測定電極10並びに参照電極13の下端10a, 11a, 13aからセンサ部2の先端2bまでの距離は約 $0.5\text{mm}$ とした。

30

そして、以上の構成の液面レベルセンサを、容器1内の純水の液面レベルを測定した。なお、センサ部2の先端2bを容器1の底面に位置させ、センサ部2の基端2aを容器1上部側に向けて、ほぼ鉛直に容器1内面に取り付けて測定した。

40

【0033】

図4において、縦軸は静電容量であり、横軸は液面レベルである。液面レベルは、 $-10\text{mm}$ のときが、容器が空の状態を示し、 $0\text{mm}$ のときが、図2に示す基準位置 $h_0$ に相当する高さに液面があることを示す。また、ラインL1は、駆動電極11と測定電極10との間の静電容量の変化を示す。ラインL2は、駆動電極11と参照電極13の参照用測定部25との間の静電容量の変化を示す。

ラインL2に示すように、駆動電極11と参照電極13との間の静電容量は、 $0\text{mm}$ を超えて $55\text{mm}$ まで、約 $0.5\text{pF}$ である。これに対して、ラインL1に示すように、駆

50

動電極 11 と測定電極 10 との間の静電容量は、0 mm から 55 mm まで、液面レベルの増加に略比例して増加している。したがって、それぞれの静電容量の値を測定することで、液面レベルを精度良く測定することができる。なお、0 mm において、ライン L1 の静電容量の値よりも、ライン L2 の静電容量の値が小さいのは、駆動電極 11 から測定電極 10 までの距離よりも、駆動電極 11 から参照電極 13 までの距離の方が長いからである。

#### 【0034】

この実施の形態によれば、参照電極 13 のうち、参照用の静電容量を測定する部分だけを露出し、液体に浸漬される他の部分（図 2 において拡幅部 8 よりも下側）をシールドしたので、レファレンスとして用いる静電容量を精度良く測定できる。さらに、シールドされてい

10

ない部分、つまり参照用測定部 25 を参照電極 13 の下端部分で、容器 1 の底面近傍に配置したので、レファレンスとして用いる静電容量を測定しやすい。したがって、少ない液量からでも液面レベルを精度良く測定できる。ここで、液面レベルは、基準位置  $h_0$  からの距離として求められるが、基準位置  $h_0$  は、液面レベルセンサの容器 1 への取り付け位置が決まれば既知の値になるので、容器 1 の底面から液面までの絶対値を簡単に求めることができる。

20

また、測定電極 10 と参照電極 13 とが、駆動電極 11 を共有し、3 本の電極で液面レベルを測定するので、液面レベルセンサの小型化が可能である。また、電極 10, 11, 13 を吸水率の小さいフィルム 4, 5, 6, 7 で、覆ったので、電極 10, 11, 13 と液体との接触を防止できる。

#### 【0035】

さらに、センサ部 2 は、フィルム 4, 5, 6, 7 を積層させた長尺フィルム型としたので、取り扱いが容易である。特に、複数の電極 10, 11, 12, 13, 14 間の距離を常に一定に保ち易い。また、参照電極 13 のシールドを立体的に構成したので、参照電極 13 の信号導通部 26 の略全周をシールドすることができる。したがって、基準位置  $h_0$  よりも液面レベルが高いときに、参照電極 13 を確実にシールドでき、液面レベルの測定精度を向上できる。なお、シールドの長さを調整することで、基準位置  $h_0$  を調整することができる。

そして、駆動電極 11 から測定電極 10 までの距離と、駆動電極 11 から第一シールド電極 12 までの距離とを略同一にしたので、駆動電極 11 に付加した交流信号を他の電極

30

#### 【0036】

また、この液面レベルセンサの適用例としては、PDA（電子手帳）、コンピュータ、携帯電話などの携帯端末装置の電源、又は車両の駆動源として開発されている燃料電池において、燃料を貯蔵する容器や、廃液を貯蔵する容器の貯蔵量（残量）を検出するために適用することができる。参照電極 13 で測定するレファレンス用の静電容量を精度良く測定できるので、純粋なメタノールや、蟻酸とホルムアルデヒドの混合液など、誘電率の異なる液体が容器に入れられた場合であっても、確実に液面レベルを検出することができる。また、この液面レベルセンサは、洗濯機や、食器洗い機、電気ポット、浴槽など、容器内に水などの液体が貯蔵されるものに適用しても良い。

40

#### 【0037】

ここで、液面レベルセンサは、レファレンスの静電容量を精度良く測定できるので、基準位置  $h_0$  を確実に検出することができる。また、液面レベルセンサの出力から、液面レベルと基準位置  $h_0$  の比が容易に演算できる。このため、液面レベルが基準位置  $h_0$  に達したら（前記の比が 1 に相当）、警告を発するような制御が可能になる。また、液面レベルセンサを廃液などの貯蔵タンクに取り付ける際には、液面レベルが所定位置に達したことを、センサ出力の値から容易に判定できるので、タンクが満杯になる前に警告を発するような制御が可能になる。

#### 【0038】

なお、本発明は、前記の実施の形態に限定されずに、広く応用することができる。

50

例えば、インピーダンスが、液体に浸漬した電極面積に比例することを利用し、静電容量の上位概念であるインピーダンスを測定して、液面レベルを検出するように電流検出回路及び電圧検出回路を備えた測定回路としても良い。

また、測定回路3において、アナログスイッチ38, 40と発振回路31との間に、信号の位相を90°ずらす移相回路70(図1参照)を介装させても良い。駆動波形に対して位相が90°ずれる受信電圧の信号強度の大きい位相部分でデータ処理することが可能になるので、より高感度化が図れる。

さらに、フィルム4, 5, 6, 7は、最外層であるカバーフィルム4, 7のみが吸水性のない材料、又は吸水性が殆どない材料を用いても良い、さらに、フィルムの外表面をガラスコーティングすることや、他の防水材料でさらに覆うことで、吸水を防止しても良い。

10

そして、シールド電極12, 14の間に、参照電極13の駆動用の電極を設けても良い。この駆動用の電極を、駆動電極11と同じ発振回路31に接続すると、2対の電極で液面レベルを測定することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の実施の形態における液面レベルセンサの全体構成図である。

【図2】液面レベルセンサのセンサ部を示す図である。

【図3】液面レベルセンサのセンサ部の分解斜視図である。

【図4】液面レベルセンサの実測値の一測定例を示す図である。

20

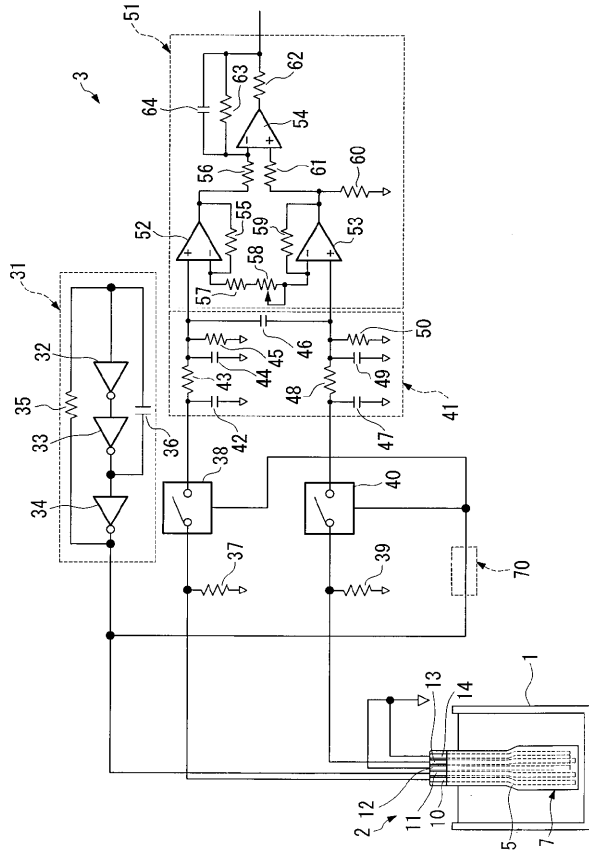
【符号の説明】

【0040】

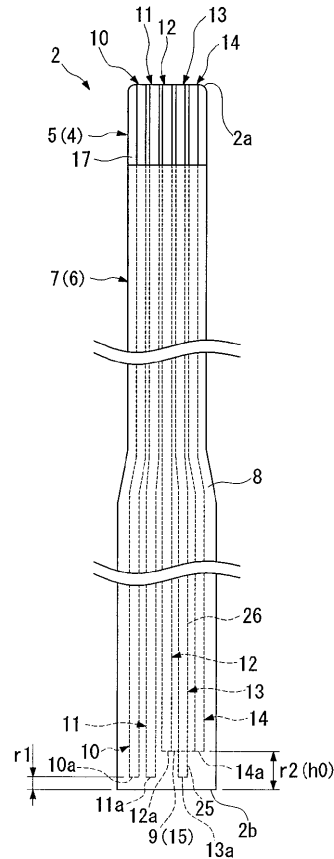
- 2 センサ部
- 3 測定回路
- 4, 7 カバーフィルム(絶縁フィルム)
- 5 第一絶縁フィルム(絶縁部材)
- 6 第二絶縁フィルム(絶縁部材)
- 9, 15 シールド層
- 10 測定電極
- 10a, 11a, 13a 下端(先端)
- 11 駆動電極(測定信号供給電極)
- 12 第一シールド電極
- 13 参照電極
- 14 第二シールド電極
- 25 参照用測定部
- r1, r2 距離
- h0 基準位置

30

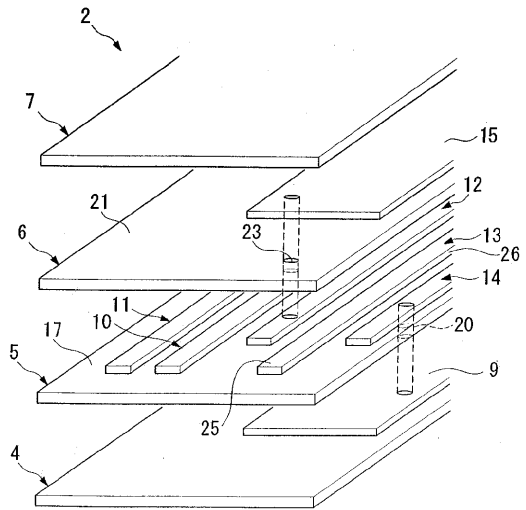
【 図 1 】



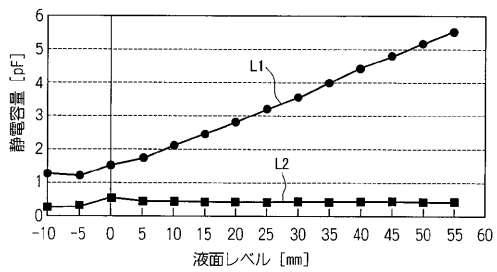
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100086379

弁理士 高柴 忠夫

(72)発明者 木内 慎

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

Fターム(参考) 2F014 AA04 AA12 AB02 AB04 EA10