(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6776552号
(P6776552)
(45)発行日　令和2年10月28日(2020.10.28)　(24)登録日　令和2年10月12日(2020.10.12)

(51)Int.Cl.　F I
G01B 7/16 (2006.01)　G01B 7/16 C

請求項の数 11 (全 18 頁)

(21)出願番号　特願2016-39269(P2016-39269)
(22)出願日　平成28年3月1日(2016.3.1)
(65)公開番号　特開2017-156209(P2017-156209A)
(43)公開日　平成29年9月7日(2017.9.7)
審査請求日　平成31年2月14日(2019.2.14)

(73)特許権者　000211307
中国電力株式会社
広島県広島市中区小町４番３３号
(74)代理人　110000176
一色国際特許業務法人
(72)発明者　田中　誠
広島県広島市中区小町４番３３号　中国電力株式会社内

審査官　眞岩　久恵

最終頁に続く

(54)【発明の名称】歪計性能判定装置、歪計性能判定方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
発電に伴う高温環境下において、第１電極と、前記第１電極と対向する第２電極と、を含むコンデンサの静電容量に基づいて、部材の歪を計測する歪計の精度を判定する歪計性能判定装置であって、
前記第１電極と前記第２電極とが対向する状態において、前記第１電極と前記第２電極の少なくとも一方の位置を変化させる位置変化部と、
前記コンデンサの電気的特性を測定する特性測定部と、
前記特性測定部から得られる電気的特性に基づいて、前記位置に応じた前記歪計の精度を判定する判定部と、
を備え、
前記第１電極は棒形状を呈し、
前記第２電極は筒形状を呈し、
前記第１電極が前記第２電極の筒の内部に挿入されて前記コンデンサが形成され、
前記電気的特性には前記コンデンサの静電容量が含まれ、
前記判定部は、前記静電容量が最も小さくなる前記位置において、最も測定の精度が良い前記歪計として判定する
ことを特徴とする歪計性能判定装置。
【請求項２】
発電に伴う高温環境下において、第１電極と、前記第１電極と対向する第２電極と、を

含むコンデンサの静電容量に基づいて、部材の歪を計測する歪計の精度を判定する歪計性能判定装置であって、
前記第１電極と前記第２電極とが対向する状態において、前記第１電極と前記第２電極の少なくとも一方の位置を変化させる位置変化部と、
前記コンデンサの電気的特性を測定する特性測定部と、
前記特性測定部から得られる電気的特性に基づいて、前記位置に応じた前記歪計の精度を判定する判定部と、
を備え、
前記第１電極は平板形状を呈し、
前記第２電極は平板形状を呈し、
前記第１電極と前記第２電極が対向して前記コンデンサが形成され、
前記電気的特性には前記コンデンサの静電容量が含まれ、
前記判定部は、前記第１電極と前記第２電極とが対向する方向に直交する方向において前記静電容量が最も大きくなる前記位置と、前記第１電極が前記第２電極に対して交わるねじり方向において前記静電容量が最も小さくなる位置と、において最も測定の精度が良い前記歪計として判定する
ことを特徴とする歪計性能判定装置。
【請求項３】
発電に伴う高温環境下において、第１電極と、前記第１電極と対向する第２電極と、を含むコンデンサの静電容量に基づいて、部材の歪を計測する歪計の精度を判定する歪計性能判定装置であって、
前記第１電極と前記第２電極とが対向する状態において、前記第１電極と前記第２電極の少なくとも一方の位置を変化させる位置変化部と、
前記コンデンサの電気的特性を測定する特性測定部と、
前記特性測定部から得られる電気的特性に基づいて、前記位置に応じた前記歪計の精度を判定する判定部と、
前記判定部から出力される前記電気的特性を示す情報を記憶する記憶部と、
を備え、
前記電気的特性には前記コンデンサのインピーダンスが含まれ、
前記判定部は、複数の周波数で測定された前記インピーダンスの値を示す第１インピーダンス特性と、予め前記記憶部に記憶されている複数の周波数で測定された前記コンデンサの第２インピーダンス特性とが最も近似する前記位置において、最も測定の精度が良い前記歪計として判定する
ことを特徴とする歪計性能判定装置。
【請求項４】
発電に伴う高温環境下において、第１電極と、前記第１電極と対向する第２電極と、を含むコンデンサの静電容量に基づいて、部材の歪を計測する歪計の精度を判定する歪計性能判定装置であって、
前記第１電極と前記第２電極とが対向する状態において、前記第１電極と前記第２電極の少なくとも一方の位置を変化させる位置変化部と、
前記コンデンサの電気的特性を測定する特性測定部と、
前記特性測定部から得られる電気的特性に基づいて、前記位置に応じた前記歪計の精度を判定する判定部と、
前記判定部から出力される前記電気的特性を示す情報を記憶する記憶部と、
を備え、
前記電気的特性には前記コンデンサの位相が含まれ、
前記判定部は、複数の周波数で測定された前記位相の値を示す第１位相特性と、予め前記記憶部に記憶されている複数の周波数で測定された前記コンデンサの第２位相特性とが最も近似する前記位置において、最も測定の精度が良い前記歪計として判定する
ことを特徴とする歪計性能判定装置。

【請求項５】
前記位置変化部は、前記第２電極に対して前記第１電極を三軸方向に移動させるＸＹＺステージを含む
ことを特徴とする請求項１乃至請求項４の何れか一項に記載の歪計性能判定装置。
【請求項６】
前記位置変化部は、前記第２電極に対して前記第１電極を交わる二つのねじり方向に移動させる二軸ゴニオステージを含む
ことを特徴とする請求項１乃至請求項５の何れか一項に記載の歪計性能判定装置。
【請求項７】
前記判定部から判定結果として前記位置を示す位置情報が出力されると、前記位置情報に応じて前記歪計の測定の精度が良くなるように前記位置変化部を制御する制御部、
をさらに備えることを特徴とする請求項１乃至請求項６の何れか一項に記載の歪計性能判定装置。
【請求項８】
発電に伴う高温環境下において、第１電極と、前記第１電極と対向する第２電極と、を含むコンデンサの静電容量に基づいて、部材の歪を計測する歪計の精度を判定する歪計性能判定方法であって、
前記第１電極と前記第２電極とが対向する状態において、前記第１電極と前記第２電極の少なくとも一方の位置を変化させ、
前記コンデンサの電気的特性を測定し、
測定された前記電気的特性に基づいて、前記位置に応じた前記歪計の精度を判定し、
前記第１電極は棒形状を呈し、
前記第２電極は筒形状を呈し、
前記第１電極が前記第２電極の筒の内部に挿入されて前記コンデンサが形成され、
前記電気的特性には前記コンデンサの静電容量が含まれ、
前記静電容量が最も小さくなる前記位置において、最も測定の精度が良い前記歪計として判定する
ことを特徴とする歪計性能判定方法。
【請求項９】
発電に伴う高温環境下において、第１電極と、前記第１電極と対向する第２電極と、を含むコンデンサの静電容量に基づいて、部材の歪を計測する歪計の精度を判定する歪計性能判定方法であって、
前記第１電極と前記第２電極とが対向する状態において、前記第１電極と前記第２電極の少なくとも一方の位置を変化させ、
前記コンデンサの電気的特性を測定し、
測定された前記電気的特性に基づいて、前記位置に応じた前記歪計の精度を判定し、
前記第１電極は平板形状を呈し、
前記第２電極は平板形状を呈し、
前記第１電極と前記第２電極が対向して前記コンデンサが形成され、
前記電気的特性には前記コンデンサの静電容量が含まれ、
前記第１電極と前記第２電極とが対向する方向に直交する方向において前記静電容量が最も大きくなる前記位置と、前記第１電極が前記第２電極に対して交わるねじり方向において前記静電容量が最も小さくなる位置と、において最も測定の精度が良い前記歪計として判定する
ことを特徴とする歪計性能判定方法。
【請求項１０】
発電に伴う高温環境下において、第１電極と、前記第１電極と対向する第２電極と、を含むコンデンサの静電容量に基づいて、部材の歪を計測する歪計の精度を判定する歪計性能判定方法であって、
前記第１電極と前記第２電極とが対向する状態において、前記第１電極と前記第２電極

の少なくとも一方の位置を変化させ、
前記コンデンサの電気的特性を測定し、
測定された前記電気的特性に基づいて、前記位置に応じた前記歪計の精度を判定し、
判定された前記電気的特性を示す情報を記憶部に記憶し、
前記電気的特性には前記コンデンサのインピーダンスが含まれ、
複数の周波数で測定された前記インピーダンスの値を示す第１インピーダンス特性と、予め前記記憶部に記憶されている複数の周波数で測定された前記コンデンサの第２インピーダンス特性とが最も近似する前記位置において、最も測定の精度が良い前記歪計として判定する
ことを特徴とする歪計性能判定方法。
【請求項１１】
発電に伴う高温環境下において、第１電極と、前記第１電極と対向する第２電極と、を含むコンデンサの静電容量に基づいて、部材の歪を計測する歪計の精度を判定する歪計性能判定方法であって、
前記第１電極と前記第２電極とが対向する状態において、前記第１電極と前記第２電極の少なくとも一方の位置を変化させ、
前記コンデンサの電気的特性を測定し、
測定された前記電気的特性に基づいて、前記位置に応じた前記歪計の精度を判定し、
判定された前記電気的特性を示す情報を記憶部に記憶し、
前記電気的特性には前記コンデンサの位相が含まれ、
複数の周波数で測定された前記位相の値を示す第１位相特性と、予め前記記憶部に記憶されている複数の周波数で測定された前記コンデンサの第２位相特性とが最も近似する前記位置において、最も測定の精度が良い前記歪計として判定する
ことを特徴とする歪計性能判定方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、歪計性能判定装置、歪計性能判定方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
例えば、試験体を用いずに静電容量型の歪計を校正する技術が知られている（例えば特許文献１）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００９－１６２６７９
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
上記の特許文献１では、コンデンサ回路から出力される出力信号と、歪計に生じた変位との関係を予め求めておく際に、歪計の電極の間隔を正確に近接又は離間させられる装置が示されている。しかし、上記の特許文献１では、出力信号と、一方向への変位との関係を求めているにすぎず、歪計の設置状況によっては多方向への変位をも考慮して設計しなければならないため、正確に歪が測定されない虞があった。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
前述した課題を解決する主たる本発明の１つは、発電に伴う高温環境下において、第１電極と、前記第１電極と対向する第２電極と、を含むコンデンサの静電容量に基づいて、部材の歪を計測する歪計の精度を判定する歪計性能判定装置であって、前記第１電極と前記第２電極とが対向する状態において、前記第１電極と前記第２電極の少なくとも一方の

位置を変化させる位置変化部と、前記コンデンサの電気的特性を測定する特性測定部と、前記特性測定部から得られる電気的特性に基づいて、前記位置に応じた前記歪計の精度を判定する判定部と、を備え、前記第１電極は棒形状を呈し、前記第２電極は筒形状を呈し、前記第１電極が前記第２電極の筒の内部に挿入されて前記コンデンサが形成され、前記電気的特性には前記コンデンサの静電容量が含まれ、前記判定部は、前記静電容量が最も小さくなる前記位置において、最も測定の精度が良い前記歪計として判定する。

【０００６】

本発明の他の特徴については、添付図面及び本明細書の記載により明らかとなる。

【発明の効果】

【０００７】

本発明によれば、歪計に対して多方向に変位が意図的に与えられ、種々の変位状況において歪計の電気的特性を判定し所謂ゼロアライメントが特定されるため、歪計の測定精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】本実施形態にかかる歪計性能判定装置の構成を示す上面図である。
【図２】本実施形態にかかる歪計性能判定装置の構成を示す側面図である。
【図３】本実施形態にかかる歪計性能判定装置の固定部のＡ－Ａ断面図である。
【図４】本実施形態にかかるインピーダンス特性の一例を示すグラフである。
【図５】本実施形態にかかる理論的なインピーダンス特性の一例を示すグラフである。
【図６】本実施形態にかかる位相特性の一例を示すグラフである。
【図７】本実施形態にかかる理論的な位相特性の一例を示すグラフである。
【図８】本実施形態にかかるコンデンサの二素子回路モデルを示す図である。
【図９】本実施形態にかかる記憶部の第１データベースを示す図である。
【図１０】本実施形態にかかる記憶部の第２データベースを示す図である。
【図１１】本実施形態にかかる記憶部の第３データベースを示す図である。
【図１２Ａ】本実施形態にかかる判定手順を示すフローチャートである。
【図１２Ｂ】本実施形態にかかる判定手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

本明細書および添付図面の記載により、少なくとも以下の事項が明らかとなる。尚、図１～図１１においては、同一であるものには同一の引用数字を用いている。

【００１０】

＝＝＝構成＝＝＝

図１は、本実施形態にかかる歪計性能判定装置１の構成を示す上面図である。図２は、本実施形態にかかる歪計性能判定装置１の構成を示す側面図である。図３は、本実施形態にかかる歪計性能判定装置１の固定部１１のＡ－Ａ断面図である。図４は、本実施形態にかかるインピーダンス特性の一例を示すグラフである。図５は、本実施形態にかかる理論的なインピーダンス特性の一例を示すグラフである。図６は、本実施形態にかかる位相特性の一例を示すグラフである。図７は、本実施形態にかかる理論的な位相特性の一例を示すグラフである。図８は、本実施形態にかかるコンデンサの二素子回路モデルを示す図である。図９は、本実施形態にかかる記憶部の第１データベースを示す図である。図１０は、本実施形態にかかる記憶部の第２データベースを示す図である。図１１は、本実施形態にかかる記憶部の第３データベースを示す図である。図１２Ａは、本実施形態にかかる判定手順を示すフローチャートである。図１２Ｂは、本実施形態にかかる判定手順を示すフローチャートである。

【００１１】

以下、図１～図１１を参照しつつ、歪計性能判定装置１の構成について説明する。

【００１２】

歪計性能判定装置１は、発電所等における高温環境下１０４での溶接部の劣化状況を把

握するために設置される歪計１００に対して、電気的特性を測定するために用いられる装置である。歪計１００を設計する際には、高温環境下１０４で歪計１００を動かせる治具（不図示）が用いられている。治具は、歪計１００を一方向のみに動かして、歪計１００の電気的特性を測定するために用いられている。しかし、上記の治具では、歪計１００に対して一方向の変化のみによる電気的特性の変化を測定しているために、歪計１００の多方向への変化を含んでおらず、実施状態における歪計１００の測定精度が低下する虞があった。そこで、歪計性能判定装置１では、歪計１００の設計に際し、歪計１００に多方向への変化を与え、歪計１００の電極間の電気的特性が最適となる所謂ゼロアライメントの状態を特定する。つまり、歪計性能判定装置１は、歪計１００のゼロアライメントを特定し、ゼロアライメントの変位に応じて変化する電気的特性を把握することで、歪計１００の精度向上が図れる装置である。歪計性能判定装置１は、位置変化部１０、特性測定部１４、判定部１５、制御部１６、記憶部１７を含んで構成されている。

【００１３】

＜＜歪計＞＞

歪計１００は、例えば、発電所等の高温環境下１０４における溶接部等の劣化状況を把握するために使用される計器である。歪計１００は、例えば、後述する特性測定部１４と電気的に接続されている。歪計１００は、例えば、第１絶縁支持体１０１Ａ、第２絶縁支持体１０２Ａ、第１電極１０１Ｂ、第２電極１０２Ｂを含んで構成される。

【００１４】

第１絶縁支持体１０１Ａは、例えば、後述する第１電極１０１Ｂを電気的に絶縁する部材である。第１絶縁支持体１０１Ａは、第１電極１０１Ｂの周面を包み込むように設けられている。第２絶縁支持体１０２Ａは、例えば、後述する第２電極１０２Ｂを電気的に絶縁する部材である。第２絶縁支持体１０２Ａは、第２電極１０２Ｂの周面を包み込むように設けられている。

【００１５】

第１電極１０１Ｂは、例えば金属材料で形成され、例えば棒形状を呈している。第２電極１０２Ｂは、例えば金属材料で形成され、例えば筒形状を呈している。図１及び図２に示すように、第１電極１０１Ｂは、第２電極１０２Ｂの中空部内に挿入される。第１電極１０１Ｂが第２電極１０２Ｂの中空部内に挿入されると、第１電極１０１Ｂの外周面と第２電極１０２Ｂの内周面とが対向し、コンデンサ（以下、「コンデンサ１０３」と称する。）が形成される。コンデンサ１０３は、第１電極１０１Ｂの外周面と第２電極１０２Ｂの内周面との距離（Ｄ１、Ｄ２）及び重なり合う長さＬ（又は面積）応じた静電容量を有する。

【００１６】

つまり、歪計１００は、第１電極１０１Ｂと第２電極１０２Ｂとで形成されるコンデンサ１０３の静電容量を計測して、静電容量に応じた歪を測定する計器である。歪計１００は、静電容量を含む電気的特性を示す特性信号を外部に出力する機能を有する。

【００１７】

尚、上記において、第１電極１０１Ｂは棒形状を呈し、第２電極１０２Ｂは筒形状を呈し、第１電極１０１Ｂと第２電極１０２Ｂとでコンデンサ１０３を形成するとして説明したが、これに限定されない。例えば、歪計１００は、第１電極１０１Ｂが平板形状を呈する第１平板電極と、第２電極１０２Ｂが平板形状を呈する第２平板電極と、でコンデンサが形成されるように構成されていてもよい。この場合、歪計１００は、例えば、第１平板電極の第１平面（不図示）と第２平板電極の第２平面（不図示）とが対向するように配置され、後述する位置変化部１０によって、第１平面と第２平面との対向する対向距離と対向面積が変更されるように構成される。

【００１８】

＜＜位置変化部＞＞

位置変化部１０は、第１電極１０１Ｂを移動させ、第１電極１０１Ｂと第２電極１０２Ｂとで形成されるコンデンサ１０３の電気的特性を変化させる装置である。位置変化部１

０は、固定部１１、ＸＹＺステージ１２、二軸ゴニオステージ１３を含んで構成されている。

【００１９】

固定部１１は、第１電極１０１Ｂを固定する第１固定部１１Ａと、第２電極１０２Ｂを固定する第２固定部１１Ｂとを含んで構成されている。図３に示すように、例えば、第１及び第２固定部（１１Ａ、１１Ｂ）は、一対で構成されている。第１及び第２固定部（１１Ａ、１１Ｂ）は、例えば、セラミック材料で形成される第１支持体１１Ｃと、第１支持体１１Ｃの歪計１００側に積層される金属材料（例えば、ステンレス材料）で形成される第２支持体１１Ｄとで構成されている。第１及び第２固定部（１１Ａ、１１Ｂ）は、歪計１００を挟み込んだ状態において、歪計１００を固定するために夫々がボルト１１Ｅで圧接されている。第１固定部１１Ａには、例えば、後述するＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３が接続されている。第１固定部１１Ａは、例えば、後述するＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３の動作に応じて移動するように設けられている。

【００２０】

ＸＹＺステージ１２は、例えば、第１固定部１１Ａの第１支持体１１Ｃに接続され、図１及び図２に示すように、第１電極１０１Ｂを３軸方向（Ｘ方向、Ｙ方向、Ｚ方向）に移動させる装置である。ＸＹＺステージ１２は、例えば、後述する制御部１６から位置情報を受信すると、位置情報に応じた動作量を第１固定部１１Ａに伝達して、第１電極１０１Ｂを移動させるように配置されている。

【００２１】

二軸ゴニオステージ１３は、例えば、第１固定部１１Ａの第１支持体１１Ｃに接続され、図１及び図２に示すように、第１電極１０１Ｂを二つのねじり方向（Ａ方向、Ｂ方向）に移動させる装置である。二軸ゴニオステージ１３は、例えば、後述する制御部１６からの位置情報を受信すると、位置情報に応じた動作量を第１固定部１１Ａに伝達して、第１電極１０１Ｂを移動させるように配置されている。

【００２２】

つまり、位置変化部１０は、ＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３の動作に応じて、多方向（Ｘ方向、Ｙ方向、Ｚ方向、Ａ方向、Ｂ方向）への変化を第１固定部１１Ａに与え、第１電極１０１Ｂと第２電極１０２Ｂとで形成されるコンデンサ１０３の電気的特性を変化させる装置である。

【００２３】

尚、上記において、位置変化部１０はＸＹＺステージ１２を含んで構成されているとして説明したが、これに限定されない。例えば、位置変化部１０はＸＹＺステージ１２を含まずに構成されていてもよい。又、上記において、位置変化部１０は二軸ゴニオステージ１３を含んで構成されているとして説明したが、これに限定されない。例えば、位置変化部１０は二軸ゴニオステージ１３を含まずに構成されていてもよい。又、上記において、ＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージは制御部１６からの位置情報に応じた動作量を第１固定部１１Ａに伝達するとして説明したが、これに限定されない。例えば、制御部１６からの位置情報を受信せず、作業員の手動により動作量が与えられてもよい。又、上記において、ＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３は第１固定部１１Ａに接続されているとして説明したが、これに限定されない。ＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３が第２固定部１１Ｂに接続され、第２電極１０２Ｂを多方向に移動させるように配置されていてもよい。

【００２４】

＜＜特性測定部＞＞

特性測定部１４は、例えば、歪計１００の電気的特性を収集する装置である。特性測定部１４は、例えば、歪計１００及び判定部１５と電気的に接続されている。特性測定部１４は、例えば、ＰＬＣ（プログラマブル・ロジック・コントローラ）を含んで構成されている。特性測定部１４は、例えば、歪計１００から入力される電気的特性を示す情報に基づいて、コンデンサ１０３が示す静電容量値、インピーダンス値及び位相値（以下、「電

気的特性値」と称する。）を算定する。特性測定部１４は、例えば、電気的特性値を判定部１５に出力する機能を有する。

【００２５】

静電容量値とは、コンデンサ１０３において、第１電極１０１Ｂと第２電極１０２Ｂとの間の距離（Ｄ１～Ｄ４）と、対向面積（Ｌに基づく）と、誘電率とに基づいて定まる値をいう。

【００２６】

例えば、第１電極１０１Ｂが棒形状で第２電極１０２Ｂが筒形状で形成されるコンデンサ１０３の場合、静電容量値は、第１電極１０１Ｂが第２電極１０２Ｂに挿入された状態において、第１電極１０１Ｂと第２電極１０２Ｂとの夫々の中心軸が一致しているとき、最も小さい値を示す。ちなみに、第１電極１０１Ｂが第２電極１０２Ｂに挿入された状態において、夫々の中心軸がずれているとき、夫々の電極間において電界が局部的に集中するため、静電容量値は大きくなる。尚、このように静電容量値が最も小さい値を示す状態を、歪計１００の歪を測定する精度が最も良くなる状態である所謂ゼロアライメントの状態という。

【００２７】

例えば、第１電極１０１Ｂが平板形状で第２電極１０２Ｂが平板形状で形成されるコンデンサ１０３の場合、第１電極１０１Ｂの平面と第２電極１０２Ｂの平面とが対向している状態において、第１電極１０１Ｂの平面の中心点と第２電極１０２Ｂの平面の中心点とを結ぶ仮線（以下、「中心軸」と称する。）が夫々の電極の設置状況において最短であるときは、夫々の平面の対向面積が最も大きくなるため、静電容量値は最も大きい値を示し、中心軸が夫々の平面に対して鉛直に交差するときは、夫々の電極間において電界が局部的に集中しないため、静電容量値は最も小さい値を示す。尚、このように夫々の平面の対向面積が最も大きくなり、中心軸が夫々の平面に対して鉛直に交差する状態を、歪計１００の歪を測定する精度が最も良くなる状態である所謂ゼロアライメントの状態という。

【００２８】

インピーダンス値とは、コンデンサ１０３において、コンデンサ１０３に流れる特定の周波数の電流に対する抵抗の値をいう。

【００２９】

位相値とは、コンデンサ１０３において、コンデンサ１０３に入力される特定の周波数の電流と、コンデンサ１０３から出力される特定の周波数の電流との位相差の値をいう。

【００３０】

尚、上記において、歪計性能判定装置１は特性測定部１４を含んで構成されているとして説明したが、これに限定されない。例えば、特性測定部１４を含まず、判定部１５に特性測定部１４の機能が包含されていてもよい。

【００３１】

＜＜判定部＞＞

判定部１５は、例えば、特性測定部１４、制御部１６及び記憶部１７と電気的に接続されている。判定部１５は、例えば、ＲＯＭ、ＲＡＭ、ＣＰＵを含んで構成されている。判定部１５は、特性測定部１４から入力される電気的特性値に基づいて、ゼロアライメント状態か否かを状態判定する装置である。判定部１５は、制御部１６から第１固定部１１Ａの位置を示す情報（以下、「位置情報」と称する。）が入力され、位置情報を記憶部１７に出力する機能を有する。判定部１５は、制御部１６に対して、ＸＹＺステージ１２と二軸ゴニオステージ１３を制御させるための信号を出力する機能を有する。判定部１５は、例えば、後述する記憶部１７の第１～第３データベース（１７Ａ、１７Ｂ、１７Ｃ）に基づいて、図４に示すインピーダンス特性と、図６に示す位相特性とを作成する機能を有する。

【００３２】

判定部１５におけるゼロアライメント状態か否かの判定には、例えば、静電容量値に基づいて行われる判定（以下、「静電容量判定」と称する。）と、インピーダンス特性に基

づいて行われる判定（以下、「インピーダンス特性判定」と称する。）と、位相特性に基づいて行われる判定（以下、「位相特性判定」と称する。）との判定方法が含まれる。

【００３３】

静電容量判定とは、位置情報に対応する静電容量値のうち、最も小さい静電容量値に対応する第１固定部１１Ａの位置を、ゼロアライメント状態として判定する判定方法をいう。

【００３４】

インピーダンス特性判定とは、インピーダンス値と周波数値との関係を示す図４のインピーダンス特性が、図５に示す予め記憶されている理論的なインピーダンス特性に最も近似しているインピーダンス特性に対応する第１固定部１１Ａの位置を、ゼロアライメント状態として判定する判定方法をいう。つまり、夫々の周波数値でのインピーダンス値が、理論的なインピーダンス値に最も近い値を示す場合に、第１電極１０１Ｂの位置がゼロアライメント状態として判定される。

【００３５】

位相判定とは、位相値と周波数値との関係を示す図６の位相特性が、図７に示す予め記憶されている理論的な位相特性に最も近似している位相特性に対応する第１固定部１１Ａの位置を、ゼロアライメント状態として判定する判定方法をいう。つまり、夫々の周波数値での位相値が、理論的な位相値に最も近い値を示す場合に、第１電極１０１Ｂの位置がゼロアライメント状態として判定される。

【００３６】

尚、判定部１５は、静電容量判定、インピーダンス判定又は位相判定のいずれかの判定方法を用いて判定するか、又は、各判定方法を組み合わせて複合的に判定するか、いずれでもよい。

【００３７】

＜＜制御部＞＞

制御部１６は、例えば、ＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３の動作を制御する装置である。制御部１６は、例えば、ＸＹＺステージ１２、二軸ゴニオステージ１３及び判定部１５と電気的に接続されている。制御部１６は、例えば、ＰＬＣ（プログラマブル・ロジック・コントローラ）を含んで構成されている。制御部１６は、例えば、ＸＹＺステージ１２と二軸ゴニオステージ１３を制御するために、判定部１５から入力される位置情報を出力する機能を有する。制御部１６は、ＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３から現在の位置情報を取得し、判定部１５に出力する機能を有する。

【００３８】

尚、上記において、歪計性能判定装置１は制御部１６を含んで構成されているとして説明したが、これに限定されない。例えば、制御部１６を含まず、制御部１６は判定部１５にその機能が包含されていてもよいし、又は、作業員が手動でＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３を制御してもよい。

【００３９】

＜＜記憶部＞＞

記憶部１７は、判定部１５から入力される情報を所定の形式で記憶する装置である。記憶部１７は、例えば、判定部１５と電気的に接続されている。記憶部１７は、例えば、ハードディスクを含んで構成されている。記憶部１７は、例えば、判定部１５から入力される位置情報及び電気的特性値を第１～第３データベース（１７Ａ、１７Ｂ、１７Ｃ）の形式で記憶する機能を有する。

【００４０】

図９に示すとおり、第１データベース１７Ａは、位置情報と静電容量値との関係を示したデータベースである。Ｘ、Ｙ及びＺの夫々の列には、ＸＹＺステージ１２から入力される位置情報が入力される。Ａ及びＢを示す夫々の列には、二軸ゴニオステージ１３から入力される位置情報が入力される。静電容量を示す列には、ＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３から入力される位置情報において、歪計１００から出力される静電容量値

が入力される。判定結果を示す列には、例えば、静電容量を示す列の静電容量値のうちで、最も小さい静電容量値の行に「○」が入力される。これにより、ゼロアライメント状態の位置が判定される。

【００４１】

図１０に示すとおり、第２データベース１７Ｂは、位置情報と、周波数及びインピーダンスとの関係を示したデータベースである。Ｘ、Ｙ及びＺの夫々の列には、ＸＹＺステージ１２から入力される位置情報が入力される。Ａ及びＢを示す夫々の列には、二軸ゴニオステージ１３から入力される位置情報が入力される。周波数を示す列には、コンデンサ１０３に入力される電流の周波数値が入力される。インピーダンスを示す列には、周波数値に対応するコンデンサ１０３のインピーダンス値が入力される。

【００４２】

図１１に示すとおり、第３データベース１７Ｃは、位置情報と、周波数及び位相値との関係を示したデータベースである。Ｘ、Ｙ及びＺの夫々の列には、ＸＹＺステージ１２から入力される位置情報が入力される。Ａ及びＢを示す夫々の列には、二軸ゴニオステージ１３から入力される位置情報が入力される。周波数を示す列には、コンデンサ１０３に入力される電流の周波数を示す周波数値が入力される。位相を示す列には、周波数値に対応するコンデンサ１０３の位相値が入力される。

【００４３】

尚、上記において、記憶部１７は位置情報及び電気的特性値を第１～第３データベース（１７Ａ、１７Ｂ、１７Ｃ）の形式で記憶するとして説明したが、これに限定されない。データベースの形式を限定するものではなく、位置情報に対応する、静電容量値、インピーダンス値及び位相値が示されていればよい。

【００４４】

＝＝＝判定手順＝＝＝

以下、図１２Ａ、図１２Ｂを参照しつつ、歪計性能判定装置１の判定手順について説明する。

【００４５】

先ず、判定部１５は、歪計１００を位置変化部１０の固定部１１に配置されたことを認識する（Ｓ１００）。判定部１５は、歪計１００の第１電極１０１Ｂを第１固定部１１Ａ側の第１支持体１１Ｃに配置され、歪計１００の第２電極１０２Ｂを第２固定部１１Ｂ側の第１支持体１１Ｃに配置されたことを認識する。尚、配置されたことの認識は、例えば、固定部１１の歪計１００と接触する面にスイッチ（不図示）を設けて、当該スイッチのＯＮ、ＯＦＦにより行われる。歪計１００は、一対の固定部１１で挟み込まれ、一対の固定部１１がボルト１１Ｅで固定される（図３を参照）。

【００４６】

次に、判定部１５は、制御部１６と位置変化部１０（ＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３）とを電気的に接続されたことを認識する（Ｓ１０１）。尚、電気的に接続されたことの認識は、例えば、位置変化部１０から出力される接続信号が制御部１６に入力されることにより行われる。制御部１６の信号入出力端子（不図示）と、ＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３の信号入出力端子（不図示）とは、例えばＤ－ＳＵＢケーブルで接続される。制御部１６から位置変化部１０へは、位置変化部１０を移動させる位置情報を出力（Ｓ１０４）し、ＸＹＺステージ１２及び二軸ゴニオステージ１３から制御部１６へは、現在の位置情報を出力する。

【００４７】

次に、判定部１５は、歪計１００と特性測定部１４とを電気的に接続されたことを認識する（Ｓ１０２）。尚、電気的に接続されたことの認識は、例えば、歪計１００から出力される接続信号が特性測定部１４を介して判定部１５に入力されることにより行われる。歪計１００の信号出力端子（不図示）と、特性測定部１４の入力端子（不図示）とは、例えば少なくとも３芯ケーブルで接続される。歪計１００から特性測定部１４へは、電気的特性を示す情報が出力される（Ｓ１０３、Ｓ２０１、Ｓ３０１）。

【００４８】
次に、判定部１５は、ゼロアライメント状態の判定について、静電容量値による判定か、インピーダンス特性による判定か、位相特性による判定か、のいずれの判定が用いられるか認識する（Ｓ１０５）。判定方法の決定は、作業員が判定部１５の例えば表示部（不図示）で判定方法を選択して決定される。
【００４９】
判定部１５において静電容量値による判定が選択された場合（Ｓ１０５：静電容量値）、判定部１５は、特性測定部１４から静電容量値を示す情報が入力され、制御部１６から位置情報が入力される（Ｓ１０６）。判定部１５は、入力された静電容量値を示す情報及び位置情報を記憶部１７に出力する。記憶部１７は、例えば、第１データベース１７Ａの形式で記憶する（Ｓ１０７）。判定部１５は、取得した静電容量値を示す情報から最小の静電容量値を判定する（Ｓ１０８）。判定部１５は、最小の静電容量値に対応する位置情報（Ｘ、Ｙ、Ｚ、Ａ、Ｂ）を取得する。判定部１５は、当該位置情報をゼロアライメントとして特定する（Ｓ１０９）。
【００５０】
判定部１５においてインピーダンス特性による判定が選択された場合（Ｓ１０５：インピーダンス特性）、判定部１５は、特性測定部１４から複数の周波数で測定されたインピーダンス値を示す情報が入力され、制御部１６から位置情報が入力される（Ｓ２０３）。判定部１５は、取得したインピーダンス値示す情報と周波数とからインピーダンス特性を作成する（Ｓ２０４）。判定部１５は、入力されたインピーダンス値を示す情報、位置情報及びインピーダンス特性（図４参照）を記憶部１７に出力する。記憶部１７は、例えば、第２データベース１７Ｂ及び図４の形式で記憶する（Ｓ２０５）。判定部１５は、予め記憶部１７に記憶されている理論的なインピーダンス特性（図５参照）を取得する（Ｓ２０６、Ｓ２０７）。判定部１５は、例えば、理論的なインピーダンス特性と作成されたインピーダンス特性とを最小自乗誤差（ＲＭＳ誤差）等を用いて計算して、比較し、最も誤差が少なく近似しているインピーダンス特性を判定する（Ｓ２０８）。判定部１５は、最も近似しているインピーダンス特性に対応する位置情報（Ｘ、Ｙ、Ｚ、Ａ、Ｂ）を取得する。判定部１５は、理論的なインピーダンス特性と最も近似しているインピーダンス特性をゼロアライメントとして特定する（Ｓ２０９）。
【００５１】
なお、理論的なインピーダンス特性は、図８のような静電容量と絶縁抵抗値から成るコンデンサの２素子回路モデルを用いて、以下の式（１）のように算出する。
【００５２】

$$Z(\Omega) = \frac{R}{\sqrt{1+(\omega CR)^2}} \qquad \cdots\cdots\cdots \qquad (1)$$

ここで、算出のために用いる静電容量および絶縁抵抗値は、高温ひずみ計の設計値もしくは実測値（静電容量は特性測定部１４による高周波の実測値、絶縁抵抗は特性測定部１４による低周波のインピーダンス値）で定められる値である。
【００５３】
判定部１５において位相特性による判定が選択された場合（Ｓ１０５：位相特性）、判定部１５は、特性測定部１４から複数の周波数で測定された位相値を示す情報が入力され、制御部１６から位置情報が入力される（Ｓ３０３）。判定部１５は、取得した位相値示す情報と周波数とから位相特性を作成する（Ｓ３０４）。判定部１５は、入力された位相値を示す情報、位置情報及び位相特性（図６参照）を記憶部１７に出力する。記憶部１７は、例えば、第２データベース１７Ｂ及び図５の形式で記憶する（Ｓ３０５）。判定部１５は、予め記憶部１７に記憶されている理論的な位相特性（図７参照）を取得する（Ｓ３０６、Ｓ３０７）。判定部１５は、例えば、理論的な位相特性と作成された位相特性とを最小自乗誤差（ＲＭＳ誤差）等を用いて計算して、比較し、最も誤差が少なく近似している位相特性を判定する（Ｓ３０８）。判定部１５は、最も近似している位相特性に対応す

る位置情報（Ｘ、Ｙ、Ｚ、Ａ、Ｂ）を取得する。判定部１５は、理論的な位相特性と最も近似している位相特性をゼロアライメントとして特定する（Ｓ３０９）。

【００５４】

なお、理論的な位相特性は、図８のような静電容量と絶縁抵抗値から成るコンデンサの２素子回路モデルを用いて、以下の式（２）のように算出する。

【００５５】

$$\theta\,(\mathrm{deg}) = \arctan(-\omega CR) \qquad \cdots\cdots\cdots \qquad (2)$$

ここで、算出のために用いる静電容量および絶縁抵抗値は、高温ひずみ計の設計値もしくは実測値（静電容量は特性測定部１４による高周波の実測値、絶縁抵抗は特性測定部１４による低周波のインピーダンス値）で定められる値である。

【００５６】

以上説明したように、本実施形態に係る歪計性能判定装置１は、発電に伴う高温環境下１０４において、第１電極１０１Ｂと、第１電極１０１Ｂと対向する第２電極１０２Ｂと、を含むコンデンサ１０３の静電容量に基づいて、部材の歪を計測する歪計１００の性能を判定する歪計性能判定装置１であって、第１電極１０１Ｂと第２電極１０２Ｂとが対向する状態において、第１電極１０１Ｂと第２電極１０２Ｂの少なくとも一方の位置を変化させる位置変化部１０と、コンデンサ１０３の電気的特性を測定する特性測定部１４と、特性測定部１４から得られる電気的特性に基づいて、位置に応じた歪計１００の性能を判定する判定部１５と、を備えることを特徴とする。本実施形態によれば、歪計１００の第１電極１０１Ｂと第２電極１０２Ｂとの位置関係を変化させることによって、第１電極１０１Ｂと第２電極１０２Ｂとで形成されるコンデンサ１０３の電気的特性（静電容量、インピーダンス特性、位相特性など）を変化させられるため、歪計１００のゼロアライメントを特定することができる。又、ゼロアライメントが特定されると、ゼロアライメントが示す電気的特性と、実機されたときの歪計１００の電気的特性とを比較し、歪計１００が許容できる測定範囲を特定することもできる。これらにより、正確に歪を測定することが可能となり安全性向上を図ることができる。

【００５７】

又、本実施形態に係る歪計性能判定装置１は、判定部１５から判定結果として位置を示す位置情報が出力されると、位置情報に応じて歪計１００の測定の精度が良くなるように位置変化部１０を制御する制御部１６と、をさらに備えることを特徴とする。本実施形態によれば、制御部１６により位置変化部１０を自動制御できるため、作業効率の向上が図れる。

【００５８】

又、本実施形態に係る歪計性能判定装置１は、判定部１５から出力される電気的特性を示す情報を記憶する記憶部１７と、をさらに備えることを特徴とする。本実施形態によれば、電気的特性を示す情報を自動で記憶することができるため作業員の作業効率の向上と、第１～第３データベース（１７Ａ、１７Ｂ、１７Ｃ）の形式で記憶することができるため視覚で認識することから、作業員の作業効率の向上が図れる。

【００５９】

又、本実施形態に係る歪計性能判定装置１は、第１電極１０１Ｂは棒形状を呈し、第２電極１０２Ｂは筒形状を呈し、第１電極１０１Ｂが第２電極１０２Ｂの筒の内部に挿入されてコンデンサ１０３が形成されることを特徴とする。本実施形態によれば、棒形状の第１電極１０１Ｂが筒形状の第２電極１０２Ｂに挿入される形式の静電容量式の歪計に限定することで、インピーダンス特性及び位相特性と、理論的なインピーダンス特性及び位相特性と、の比較により、棒形状の電極と筒形状の電極からなる歪計１００の測定精度を向上させることができる。

【００６０】

又、本実施形態に係る歪計性能判定装置１は、第１電極１０１Ｂは平板状を呈し、第２電極１０２Ｂは平板状を呈し、第１電極１０１Ｂと第２電極１０２Ｂが対向してコンデン

サが形成されることを特徴とする。本実施形態によれば、平板電極からなる歪計１００のインピーダンス特性及び位相特性と、理論的なインピーダンス特性及び位相特性と、の比較により、平板電極からなる歪計１００の測定精度を向上させることができる。

【００６１】

又、本実施形態に係る歪計性能判定装置１は、位置変化部１０は、第２電極１０２Ｂに対して第１電極１０１Ｂを三軸方向に移動させるＸＹＺステージ１２を含むことを特徴とする。本実施形態によれば、第１電極１０１ＢのＸ、Ｙ、Ｚ方向への正確な移動を可能にさせるため、作業効率の向上が図れる。

【００６２】

又、本実施形態に係る歪計性能判定装置１は、位置変化部１０は、第２電極１０２Ｂに対して第１電極１０１Ｂを交わる二つのねじり方向に移動させる二軸ゴニオステージ１３を含むことを特徴とする。本実施形態によれば、第１電極１０１Ｂのねじり方向への正確な移動を可能にさせるため、作業効率の向上が図れる。

【００６３】

又、本実施形態に係る歪計性能判定装置１は、特性測定部１４で測定される電気的特性には、コンデンサ１０３の静電容量が含まれ、判定部１５は、静電容量の値を示す静電容量値が最も小さくなる位置において、最も測定の精度が良い歪計１００として判定することを特徴とする。本実施形態によれば、コンデンサ１０３の静電容量が最も小さくなる位置をゼロアライメントとして判定するため判定方法が簡易であり、作業効率の向上が図れる。

【００６４】

又、本実施形態に係る歪計性能判定装置１は、電気的特性測定部１４で測定される電気的特性には、コンデンサ１０３のインピーダンスが含まれ、判定部１５は、インピーダンスの値を示すインピーダンス値と、予め前記記憶部１７に記憶されているコンデンサ１０３のインピーダンス値とが最も近似する位置において、最も測定の精度が良い歪計１００として判定することを特徴とする。本実施形態によれば、インピーダンス値と周波数との関係を示すインピーダンス特性と理論的なインピーダンス特性とが最も近似するか否かでゼロアライメントが判定でき、さらに、インピーダンス特性に基づいて歪計１００の測定できる許容範囲をも特定できるため、安全性向上が図れる。

【００６５】

又、本実施形態に係る歪計性能判定装置１は、電気的特性測定部１４で測定される電気的特性には、コンデンサ１０３の位相が含まれ、判定部１５は、位相の値を示す位相値と、予め記憶部１７に記憶されているコンデンサ１０３の位相値とが最も近似する位置において、最も測定の精度が良い前記歪計１００として判定することを特徴とする。本実施形態によれば、位相値と周波数との関係を示す位相特性と理論的な位相特性とが最も近似するか否かでゼロアライメントが判定でき、さらに、位相特性に基づいて歪計１００の測定できる許容範囲をも特定できるため、安全性向上が図れる。

【００６６】

尚、上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。

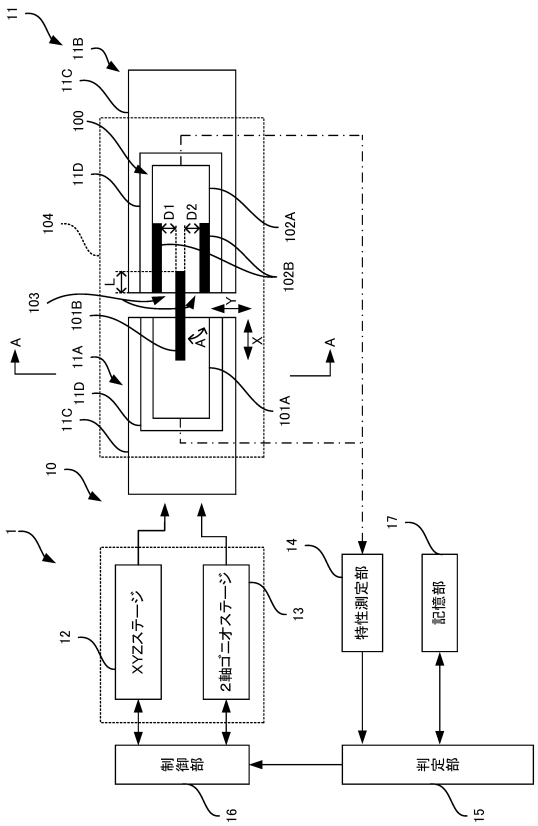
【符号の説明】

【００６７】

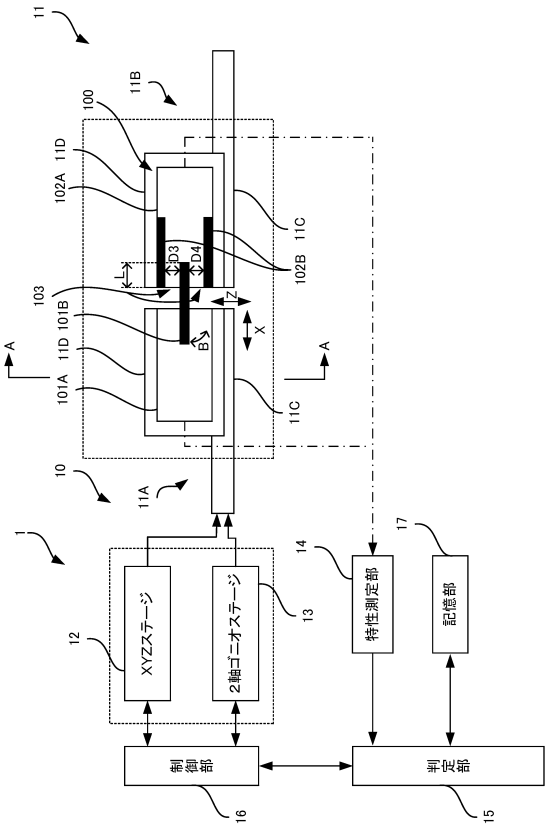
１　歪計性能判定装置
１０　位置変化部
１２　ＸＹＺステージ
１３　二軸ゴニオステージ
１４　特性測定部
１５　判定部
１６　制御部

１７Ａ　第１データベース
１７Ｂ　第２データベース
１７Ｃ　第３データベース
１００　歪計
１０１Ｂ　第１電極
１０２Ｂ　第２電極
１０３　コンデンサ
１０４　高温環境下

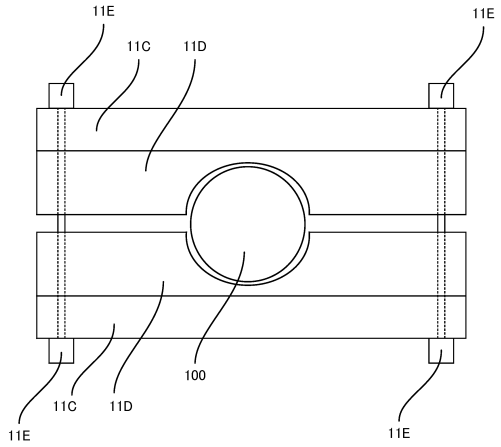
【図１】



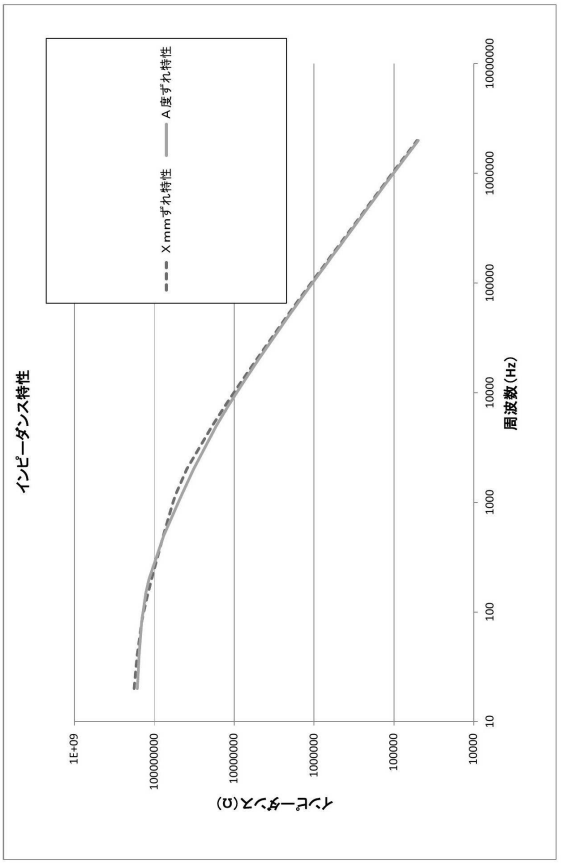
【図２】



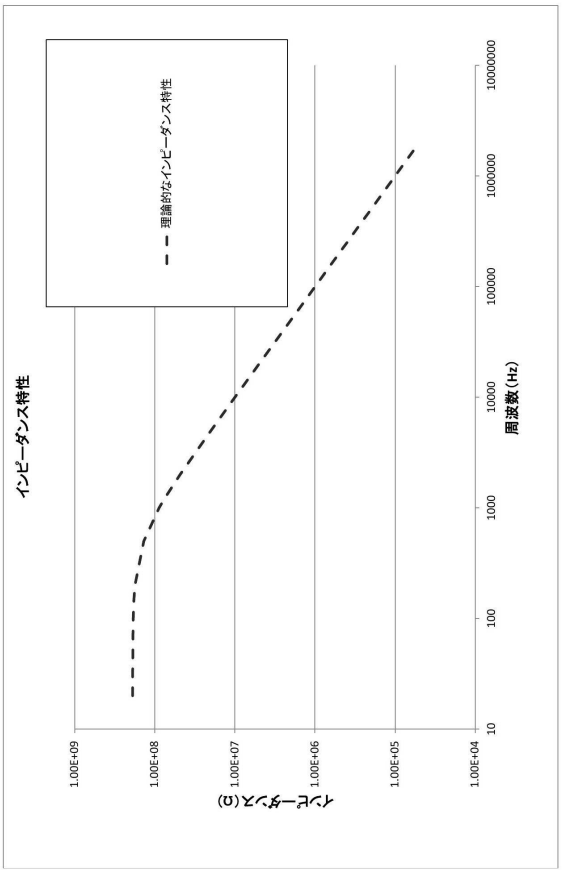
【図３】


11E
11C
11D
11E
100
11C
11D
11E
11E

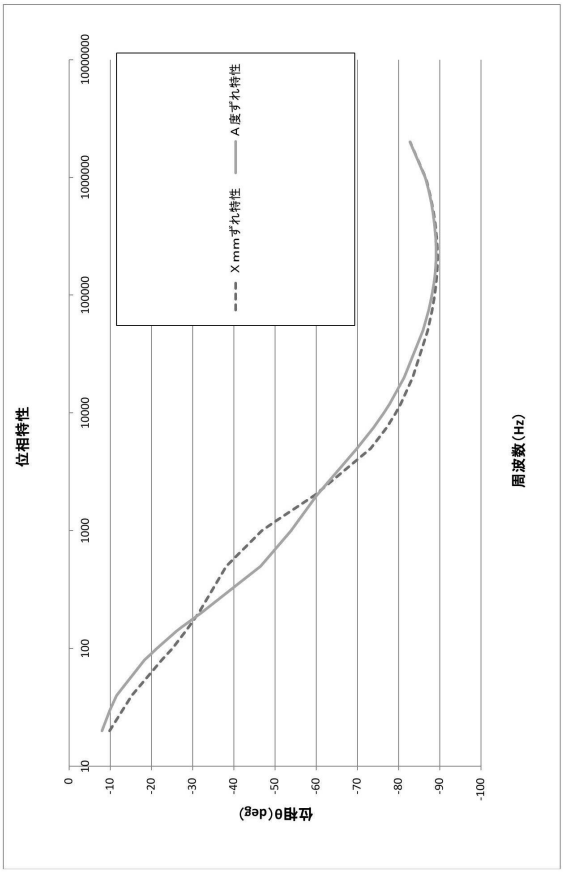
【図４】


インピーダンス特性
X mmずれ特性
A度ずれ特性
インピーダンス(Ω)
1E+09
100000000
10000000
1000000
100000
10000
周波数(Hz)
10000000
1000000
100000
10000
1000
100
10

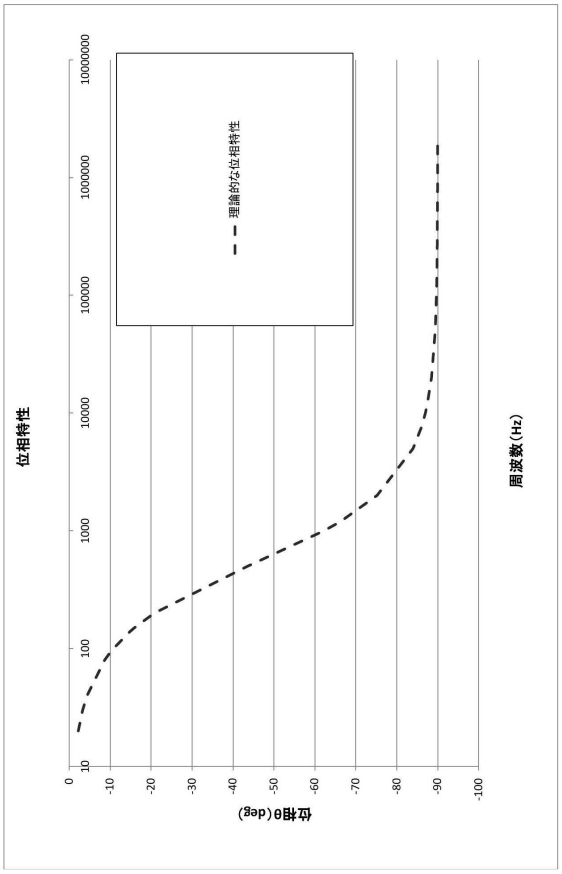
【図５】


インピーダンス特性
理論的なインピーダンス特性
インピーダンス(Ω)
1.00E+09
1.00E+08
1.00E+07
1.00E+06
1.00E+05
1.00E+04
周波数(Hz)
10000000
1000000
100000
10000
1000
100
10

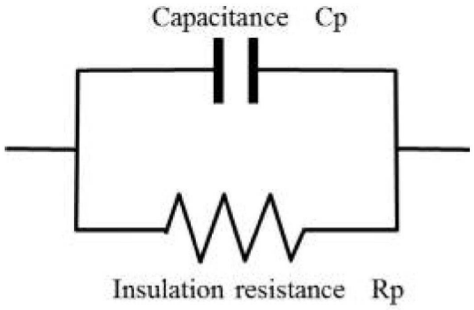
【図６】


位相特性
X mmずれ特性
A度ずれ特性
位相θ(deg)
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
周波数(Hz)
10000000
1000000
100000
10000
1000
100
10

【図７】



【図８】



【図９】

17A

測定番号	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	A(度)	B(度)	静電容量	判定結果
1	0.1	0	0	0	0	0.3	○
2	0	0.1	0	0	0	0.5	
3	0	0	0.1	0	0	0.5	
4	0	0	0	0.1	0	0.5	
5	0	0	0	0	0.1	0.5	
6	0.1	0.1	0	0	0	1	
7	0.1	0	0.1	0	0	1	
8	0.1	0	0	0.1	0	1	
9	0.1	0	0	0	0.1	1	
10	0.1	0.1	0.1	0	0	1.2	

【図１０】

17B

						インピーダンス(Ω)								RMS誤差	判定結果
測定番号	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	A(度)	B(度)	100Hz	200Hz	500Hz	1kHz	2kHz	5kHz	10kHz	20kHz	50kHz	100kHz		
1	0.1	0	0	0	0	1.00E+08	5.00E+07	2.00E+05	1.00E+07	5.00E+06	2.00E+06	1.00E+06	5.00E+05	2.00E+05	1.00E+05	0	○
2	0	0.1	0	0	0	9.00E+07	4.00E+07	2.00E+07	1.00E+07	5.00E+06	2.00E+06	1.00E+06	5.00E+05	2.00E+05	1.00E+05	0.1	
3	0	0	0.1	0	0	9.00E+07	4.00E+07	2.00E+07	1.00E+07	5.00E+06	2.00E+06	1.00E+06	5.00E+05	2.00E+05	1.00E+05	0.1	
4	0	0	0	0.1	0	8.00E+07	4.00E+07	2.00E+07	1.00E+07	5.00E+06	2.00E+06	1.00E+06	5.00E+05	2.00E+05	1.00E+05	0.2	
5	0	0	0	0	0.1	8.00E+07	4.00E+07	2.00E+07	1.00E+07	5.00E+06	2.00E+06	1.00E+06	5.00E+05	2.00E+05	1.00E+05	0.2	
6	0.1	0.1	0	0	0	7.00E+07	3.50E+07	2.00E+07	1.00E+07	5.00E+06	2.00E+06	1.00E+06	5.00E+05	2.00E+05	1.00E+05	0.3	
7	0.1	0	0.1	0	0	7.00E+07	3.50E+07	2.00E+07	1.00E+07	5.00E+06	2.00E+06	1.00E+06	5.00E+05	2.00E+05	1.00E+05	0.3	
8	0.1	0	0	0.1	0	7.00E+07	3.50E+07	2.00E+07	1.00E+07	5.00E+06	2.00E+06	1.00E+06	5.00E+05	2.00E+05	1.00E+05	0.3	
9	0.1	0	0	0	0.1	7.00E+07	3.50E+07	2.00E+07	1.00E+07	5.00E+06	2.00E+06	1.00E+06	5.00E+05	2.00E+05	1.00E+05	0.3	
10	0.1	0.1	0.1	0	0	7.00E+07	3.50E+07	2.00E+07	1.00E+07	5.00E+06	2.00E+06	1.00E+06	5.00E+05	2.00E+05	1.00E+05	0.3	

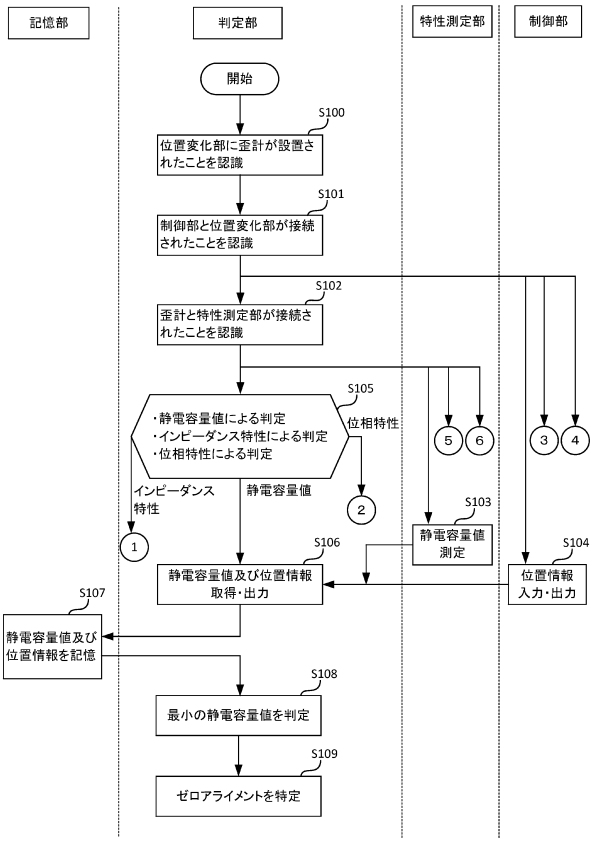
【図１１】

17C

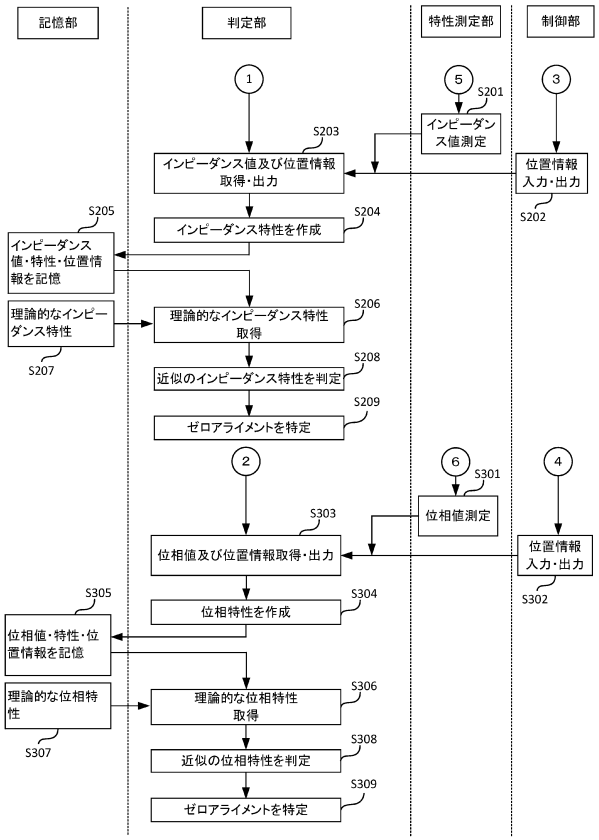
測定番号	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	A(度)	B(度)	100Hz	200Hz	500Hz	1kHz	2kHz	5kHz	10kHz	20kHz	50kHz	100kHz	RMS誤差	判定結果
1	0.1	0	0	0	0	−85	−86	−88	−89	−90	−90	−90	−90	−90	−90	0.1	○
2	0	0	0	0	0	−78	−80	−85	−89	−90	−90	−90	−90	−90	−90	0.3	
3	0	0	0.1	0	0	−77	−81	−85	−89	−90	−90	−90	−90	−90	−90	0.2	
4	0	0	0	0.1	0	−78	−80	−85	−89	−90	−90	−90	−90	−90	−90	0.2	
5	0	0	0	0	0.1	−77	−81	−85	−89	−90	−90	−90	−90	−90	−90	0.2	
6	0	0	0	0	0	−50	−60	−70	−85	−90	−90	−90	−90	−90	−90	0.5	
7	0	0	0.1	0	0	−55	−65	−72	−85	−90	−90	−90	−90	−90	−90	0.4	
8	0	0	0	0.1	0	−50	−60	−70	−85	−90	−90	−90	−90	−90	−90	0.5	
9	0	0	0	0	0.1	−52	−62	−72	−85	−90	−90	−90	−90	−90	−90	0.3	
10	0	0	0.1	0	0	−50	−60	−70	−85	−90	−90	−90	−90	−90	−90	0.4	

位相(度)

【図１２Ａ】



【図１２Ｂ】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００９－１６２６７９（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１４６１０７（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－１７３４８４（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１６９３０１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｂ　　７／００－７／３４