

(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2006-60038

(P2006-60038A)

(43) 公開日 平成18年3月2日(2006.3.2)

(51) Int. Cl.

H01L 21/66 (2006.01)

F I

H01L 21/66

B

テーマコード(参考)

4M106

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2004-240720 (P2004-240720)

(22) 出願日

平成16年8月20日(2004.8.20)

(71) 出願人

399117121

アジレント・テクノロジーズ・インク

AGILENT TECHNOLOGIE

S, INC.

アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル

ト ページ・ミル・ロード 395

395 Page Mill Road

Palo Alto, Californi

a U. S. A.

(74) 代理人

100099623

弁理士 奥山 尚一

(74) 代理人

100096769

弁理士 有原 幸一

(74) 代理人

100107319

弁理士 松島 鉄男

最終頁に続く

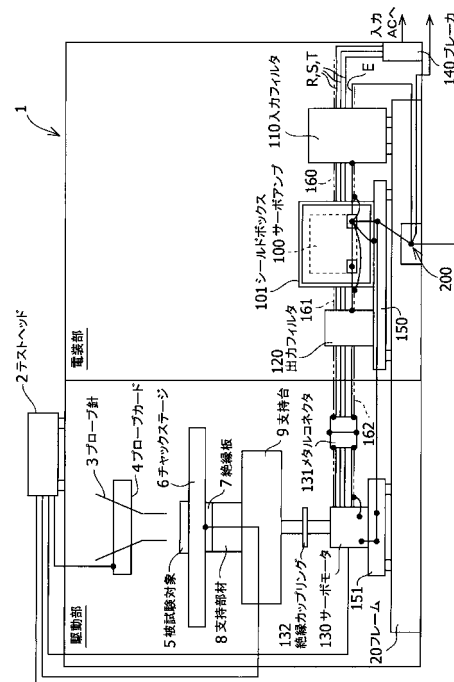
(54) 【発明の名称】 プローバおよびこれを用いた試験装置

(57) 【要約】

【課題】 ノイズを低減して高精度な測定を行う。

【解決手段】 フレームグラウンド端子200をもつフレーム20と、サーボンプ100が設けられた、フレーム20から電氣的に絶縁され、サーボンプ100のグラウンド端子がその第1のグラウンド端子に接続されている第1のフローティング台150と、サーボンプ100に接続されたモータ130が設けられ、フレーム20から電氣的に絶縁され、モータ130のグラウンド端子がその第2のグラウンド端子に接続されている第2のフローティング台151と、サーボンプ100とモータ130とを接続するシールド付きケーブル162と、前記第1のグラウンド端子とフレームグラウンド端子200とを接続し、前記第1のグラウンド端子と第2のフローティング台151とを接続する第1配線と、シールド付きケーブル162とフレームグラウンド端子200とを接続する第2配線とを含んでなるプローバ1を提供する。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

フレームグラウンド端子をもつフレームと、

サーボアンプが設けられた、前記フレームから電氣的に絶縁されている第 1 のフローティング台であって、該サーボアンプのグラウンド端子が該第 1 のフローティング台の第 1 のグラウンド端子に接続されているものである第 1 のフローティング台と、

該サーボアンプに接続されたモータが設けられた、前記フレームから電氣的に絶縁されている第 2 のフローティング台であって、該モータのグラウンド端子が該第 2 のフローティング台の第 2 のグラウンド端子に接続されているものである第 2 のフローティング台と

10

、前記サーボアンプと前記モータとを接続するシールド付きケーブルと、

前記第 1 のグラウンド端子と前記フレームグラウンド端子とを接続し、前記第 1 のグラウンド端子と前記第 2 のフローティング台とを接続する第 1 配線と、

前記シールド付きケーブルと前記フレームグラウンド端子とを接続する第 2 配線とを含んでなるブローバ。

**【請求項 2】**

フレームグラウンド端子をもつフレームと、

サーボアンプが設けられた、前記フレームから電氣的に絶縁されている第 1 のフローティング台であって、該サーボアンプのグラウンド端子が該第 1 のフローティング台の第 1 のグラウンド端子に接続されているものである第 1 のフローティング台と、

20

該サーボアンプに接続され第 1 の絶縁部材がそのシャフトに備えられたモータが設けられた、前記フレームから電氣的に絶縁されている第 2 のフローティング台であって、該モータのグラウンド端子が該第 2 のフローティング台の第 2 のグラウンド端子に接続されているものである第 2 のフローティング台と、

前記サーボアンプと前記モータとを接続するシールド付きケーブルと、

前記第 1 のグラウンド端子と前記フレームグラウンド端子とを接続し、前記第 2 のフローティング台と前記フレームグラウンド端子とを接続する第 1 配線と、

前記シールド付きケーブルと前記フレームグラウンド端子とを接続する第 2 配線とを含んでなるブローバ。

**【請求項 3】**

30

前記サーボアンプと前記モータとの間に前記サーボアンプ用の出力フィルタが設けられており、該出力フィルタと前記モータとの間のシールド付きケーブルによる接続のためにメタルコネクタが用いられ、該シールド付きケーブルのシールドが該メタルコネクタのシェルに接続されていて電氣的導通が確保されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のブローバ。

**【請求項 4】**

前記メタルコネクタは、前記シールド付きケーブルのシールド金属部または編組線がその周方向にわたって 360°シールドするよう覆うものであることを特徴とする請求項 3 に記載のブローバ。

**【請求項 5】**

40

前記サーボアンプと前記サーボアンプの入力フィルタとを接続する第 2 のシールド付きケーブルと、

該第 2 のシールド付きケーブルと前記フレームグラウンド端子とを接続する第 3 配線とをさらに含んでなる請求項 1 から 4 のいずれかに記載のブローバ。

**【請求項 6】**

前記サーボアンプに設けられた力率補正回路用のダイオードに、シリコンカーバイド製ダイオードを使用することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のブローバ。

**【請求項 7】**

前記フレームグラウンド端子と、テストヘッドの筐体のグラウンド端子とを接続する第 4 配線をさらに含む請求項 1 から 6 のいずれかに記載のブローバ。

50

## 【請求項 8】

前記モータにより駆動され被試験対象を載せるためのチャックステージの表面と、該チャックステージの表面に近接する前記プローバのノイズが還流している部分との間の距離が、5 cm以上であることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載のプローバ。

## 【請求項 9】

前記プローバのノイズが還流している部分は、前記シールド付きケーブル、前記サーボモータの筐体、前記第 1 の絶縁部材までの前記サーボモータのシャフト、前記サーボアンプのいずれか、またはその組み合わせである請求項 8 に記載のプローバ。

## 【請求項 10】

前記モータのうち、いずれかのモータのシャフトに第 2 の絶縁部材が設けられており、該絶縁部材を介して別の延長シャフトが装着されており、該シャフトにつながる金属部分と支持台と支持部材とが前記フレームグランド端子にそれぞれ接続されていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれかに記載のプローバ。

10

## 【請求項 11】

前記モータは、最も大きな負荷がかかるモータであることを特徴とする請求項 10 に記載のプローバ。

## 【請求項 12】

前記サーボアンプ内のスイッチング素子のフライホイールダイオードに SiC ダイオードを並列に接続して構成したことを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれかに記載のプローバ。

20

## 【請求項 13】

前記サーボアンプ内のスイッチング素子のフライホイールダイオードを SiC ダイオードに置換して構成したことを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれかに記載のプローバ。

## 【請求項 14】

前記請求項 1 から 13 のいずれかのプローバを含む試験装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、被試験対象の試験に用いられるプローバおよびこれを用いた試験装置に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

通常生産ラインにおいて、半導体素子や表示パネルなどの被試験対象の電気的な性能評価では、被試験対象物を搬送して測定位置へと移動させるプローバとよばれる装置がテストと共に使用されている。このようなプローバは、被試験対象物の搬送や測定位置への移動を適切に行うために、X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 軸と、回転軸である 軸との 4 軸の駆動が可能な機構を備えている。

## 【0003】

現在までに商品化されているプローバの多くは、 $\mu\text{m}$ 程度の位置精度のものであるが、近年の半導体の微細化に伴い、サブ $\mu\text{m}$ 程度の位置精度のプローバが要求されている。そのため、サーボモータやサーボアンプとよばれるフィードバックコントロールを用いた部品が採用されるようになってきている。

40

一般に、サーボモータには AC 方式と DC 方式との 2 種類があるが、半導体工場に設置される装置に使用されるサーボモータとしては、動作が高速で整流子とブラシによる塵の発生とそれに対するメンテナンスの必要性がない AC 方式のサーボモータが主流である。交流低圧電源をいったん直流に変換した後に、サイリスタ・MOSFET または IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を用いて数 100 Hz から数 10 kHz でスイッチングされた三相高周波 PWM インバータからの出力によって、そのようなサーボモータの駆動が行われている。

## 【0004】

50

つまり、ACサーボモータの駆動には、三相交流電源(AC)をAC DC ACへと変換したものが使用されている。ここで、後段のDC ACへの変換はインバータを用いて行われるので、比較的大きなノイズが発生することがある。そして、このようなノイズが、チャックステージ上の被試験対象の高精度(電圧/電流/抵抗/電荷)測定に影響を与えることがある。

#### 【0005】

そのため、被試験対象の電気的性能評価のためにプローブ針を被試験対象に接触させるプローバでは、プローバ内で高電圧がモータ駆動のために比較的大きな電流で取り扱われるが故にスイッチ素子から発生するノイズの影響が無視できなくなっており、その結果、測定器の性能を十分に活かしていききれないことが問題となっている。

10

また、半導体素子の測定においては、近年の半導体素子の微細化に伴い、測定に使用される電流がfAレベルであり電圧がμVレベルのものが必要とされるようになってきている。さらに、フラットパネルディスプレイ(FPD)の測定では、通常1pF以下の保持容量に充電・保持される電荷を測定するための微小電荷測定が、10万画素を越える膨大な画素数のための高速性と共に必要とされている。

#### 【0006】

ここで、従来の液晶(LCD)パネルまたは有機ELパネルなどの表示パネルの試験に用いられる表示パネル用プローバでは、表示パネルが絶縁体のガラスの上にシリコンを成長させて作られることから、原理的にSOI(Silicon-on-Insulator)構造をとっている。そのため、絶縁体のガラスに電位を与える必要性はなく、チャックの電位は基本的には接地電位で十分とされている。そのため、測定においてもノイズの影響はそれほど考慮されておらず、特許文献1の図8にみられるように、チャックとその遮蔽構造に特別な工夫はされていない。

20

#### 【0007】

しかしながら、最近では、表示パネルについてもコストの低減のために大型ガラス板の使用が主流になってきており、ガラス板の大きさの影響を考慮する必要が出てきている。例えば、アモルファスシリコンプロセスでは、第5世代で1メートル四方強の大きさのガラス板を使用するため、チャックステージの稼働範囲は3メートル四方程度必要となっており、これだけの領域をシールドのために完全に囲うと、製造コストが高いものとなる。

#### 【0008】

また、従来のプローバは、電源とサーボアンプとサーボモータとの間の電位の基準面として、そしてグラウンドおよびリターン電流の還流路として、プローバのフレームを利用している。さらに、コストの観点から通常のプローバにおいて、シールド付きケーブルは、サーボアンプからモータへの動力線に採用されていない。サーボモータ筐体のケーブル引出し部分に、電磁界の漏れをなくすようシールドケーブルの編組部分を360°シールドリングしたもの(例えば、ケーブルの長さ方向にわたってその周囲を金属で覆ってアースをとるもの)もない。このように十分なシールドが難しいため、従来のプローバでは、主なノイズ成分である高周波AC信号やDC信号が、プローバのフレームを通過してサーボアンプへと帰還していると考えられる。

30

#### 【0009】

また、ガラス板の大型化に伴い、チャック自体の大型化による影響も考慮する必要が出てきている。チャックの面積Sに対する浮遊容量(対地容量)Cは、チャックと対地の間隔d、チャックと対地の間に絶縁体が介在する場合には、その材質の誘電率をεとして、

40

$$C = \epsilon \cdot (S / d)$$

で表される。ここで、第7世代のガラス基板ではその大きさが約2メートル四方となる。すなわち、1辺の長さで第5世代の2倍となり、浮遊容量で第5世代の4倍となる。そのため、ノイズがチャックに流入する経路を形成しやすくなっている。このことは、別の経路要素からの影響を試験用測定器が受けやすくなることを意味している。

#### 【0010】

50

さらに、表示パネル用のプローバでは、被試験対象である表示パネルの重量が半導体ウエハよりも重いため、チャックステージ駆動用のモータとして半導体素子用のプローバよりも大きな駆動電流のものが使用される。そのため、半導体素子用のプローバよりも表示パネル用のプローバの方が、発生するノイズが大きくなる。

【0011】

従って、今後、微小電流・微小電荷測定を高速に行うために、上記のノイズによる測定への影響がより少ないプローバが求められている。

【特許文献1】特開2001-296547号公報、図8

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0012】

本発明は、上記のノイズが被試験対象の測定に与える影響を低減するためのものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明のプローバは、プローバのフレームと各電装品とを互いに絶縁して、各電装品のDC成分のグラウンド電位をフレームグラウンド端子に1点アースとして設けることにより、安定したグラウンド構成を含むプローバを提供するものである。

具体的には、フレームグラウンド端子をもつフレームと、サーボアンプが設けられた、前記フレームから電氣的に絶縁されている第1のフローティング台であって、該サーボアンプのグラウンド端子が該第1のフローティング台の第1のグラウンド端子に接続されているものである第1のフローティング台と、該サーボアンプに接続されたモータが設けられた、前記フレームから電氣的に絶縁されている第2のフローティング台であって、該モータのグラウンド端子が該第2のフローティング台の第2のグラウンド端子に接続されているものである第2のフローティング台と、前記サーボアンプと前記モータとを接続するシールド付きケーブルと、前記第1のグラウンド端子と前記フレームグラウンド端子とを接続し、前記第1のグラウンド端子と前記第2のフローティング台とを接続する第1配線と、前記シールド付きケーブルと前記フレームグラウンド端子とを接続する第2配線とを含んでなるプローバを提供する。

20

また、フレームグラウンド端子をもつフレームと、サーボアンプが設けられた、前記フレームから電氣的に絶縁されている第1のフローティング台であって、該サーボアンプのグラウンド端子が該第1のフローティング台の第1のグラウンド端子に接続されているものである第1のフローティング台と、該サーボアンプに接続され第1の絶縁部材がそのシャフトに備えられたモータが設けられた、前記フレームから電氣的に絶縁されている第2のフローティング台であって、該モータのグラウンド端子が該第2のフローティング台の第2のグラウンド端子に接続されているものである第2のフローティング台と、前記サーボアンプと前記モータとを接続するシールド付きケーブルと、前記第1のグラウンド端子と前記フレームグラウンド端子とを接続し、前記第2のフローティング台と前記フレームグラウンド端子とを接続する第1配線と、前記シールド付きケーブルと前記フレームグラウンド端子とを接続する第2配線とを含んでなるプローバを提供する。

30

40

【0014】

ここで、前記サーボアンプと前記モータとの間に前記サーボアンプ用の出力フィルタが設けられており、該出力フィルタと前記モータとの間のシールド付きケーブルによる接続のためにメタルコネクタが用いられ、該シールド付きケーブルのシールドが該メタルコネクタのシェルに接続されていて電氣的導通が確保される態様や、前記メタルコネクタは、前記シールド付きケーブルのシールド金属部または編組線がその周方向にわたって360°シールドするよう覆うものである態様や、前記サーボアンプと前記サーボアンプの入力フィルタとを接続する第2のシールド付きケーブルと、該第2のシールド付きケーブルと前記フレームグラウンド端子とを接続する第3配線とをさらに含んでなる態様や、前記サーボアンプに設けられた力率補正回路用のダイオードに、シリコンカーバイド製ダイオー

50

ドを使用する態様や、前記フレームグラウンド端子と、テストヘッドの筐体のグラウンド端子とを接続する第4配線をさらに含む態様や、前記モータにより駆動され被試験対象を載せるためのチャックステージの表面と、該チャックステージの表面に近接する前記プローバのノイズが還流している部分との間の距離が、5cm以上である態様であることが好ましい。ここで、前記プローバのノイズが還流している部分は、前記シールド付きケーブル、前記サーボモータの筐体、前記第1の絶縁部材までの前記サーボモータのシャフト、前記サーボアンプのいずれか、またはその組み合わせでありうる。また、前記モータのうち、いずれかのモータのシャフトに第2の絶縁部材が設けられており、該絶縁部材を介して別の延長シャフトが装着されており、該シャフトにつながる金属部分と支持台と支持部材とが前記フレームグラウンド端子にそれぞれ接続されている態様であることがより好ましい。ここで、前記モータは、最も大きな負荷がかかるモータであることが好ましい。さらに、前記サーボアンプ内のスイッチング素子のフライホイールダイオードにSiCダイオードを並列に接続して構成した態様や、前記サーボアンプ内のスイッチング素子のフライホイールダイオードをSiCダイオードに置換して構成した態様であることが好ましい。

また、前記のいずれかのプローバを含む試験装置を提供する。

#### 【0015】

なお、本明細書において、被試験対象が表示パネルである場合を主として説明するが、本発明は、このような場合に限らず、例えば、半導体デバイスなどの素子の特性を評価する場合にも利用できる。

#### 【発明の効果】

#### 【0016】

本発明のプローバおよび試験装置によれば、被試験対象を載せるチャックステージへのノイズの影響を低減するように配線が施されているので、ノイズによる影響の少ない高精度で高速な測定を行うことができる。また、サーボモータやサーボアンプから発生するノイズ自体を低減することにより、さらに高精度で高速な測定を行うことができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0017】

以下に、図1～図3を参照して、本発明の表示パネル用のプローバを以下に説明する。ここで、以下に例示して説明される本発明のプローバは、表示パネル用のものを想定している。しかしながら、これに限らず、例えば、半導体素子用のプローバなどの他の装置についても同様に適用できることに留意されたい。

#### 【0018】

図1を参照して、本発明のプローバの概略構成を説明する。ここで、図1は、本発明の表示パネル用プローバ1の斜視図である。この表示パネル用プローバ1は、測定のために被試験対象を移動させる駆動部と、この駆動部に電力を供給する電装部とを含む。

#### 【0019】

プローバ1の駆動部は、被試験対象を載せるチャックステージ6と、絶縁部材7を介してチャックステージ6を支持する支持部材8と、支持部材8を支持する支持台9と、支持台9を移動させるためのサーボモータ130と、プローバ1のフレームから絶縁され、サーボモータ130を載せたフローティング台151とを含む。

また、プローバ1の電装部は、入力AC電源を受けるブレーカ140と、ブレーカ140に接続された入力フィルタ110と、入力フィルタ110に接続されたサーボアンプ100と、サーボアンプ100に接続された出力フィルタ120と、サーボアンプ100を囲むシールドボックス101と、プローバ1のフレームから絶縁され、サーボアンプ100とシールドボックス101と出力フィルタ120とを載せたフローティング台150とを含む。

なお、各電装品間の配線については、図2および図3を参照して後で説明する。

#### 【0020】

図1では、支持台9を上下方向に移動させるz軸用のサーボモータの下に、チャックステージ6を水平方向に移動させるx軸用のサーボモータにつながるレールが設けられてい

10

20

30

40

50

る。そして、x軸用のサーボモータにつながるレールの下に、x軸とは別の水平方向に支持台9を移動させるy軸用のサーボモータにつながるレールが設けられている。ここで、X、Y、Zの各軸のサーボモータは、絶縁部材132を介してシャフトに接続されているので、このシャフトを回転させることにより支持台が所定の方向に移動できるように構成されている。なお、チャックステージ6を回転させるための軸のサーボモータ(図示せず)は、チャックステージ6に直接接続されている。

#### 【0021】

ここで、上記のプロバ1におけるノイズ発生要因の解析結果を簡単に説明する。本発明者は、サーボモータ130の巻線間・巻線筐体間の測定結果から、巻線からサーボモータ130の筐体に数1000pF程度の容量性結合が存在することを見出している。この結果は、配線によるノイズの他に、モータの筐体から漏れ出てプロバ1の筐体を經由して還流する電流の存在を想定させる。このプロバ1の筐体を經由する還流電流によってプロバ1の電位が揺らぎ、その揺らぎが被試験対象を載せるチャックステージ表面へと伝わることによって、測定の乱れ、つまりノイズが発生していると考えられる。

10

そのため、上記の知見によれば、上記の還流電流の経路を制限して電磁的な放射エネルギーを最小限にするように還流経路つまりグラウンド配線を構築することによって、測定に与えるノイズの影響を効果的に低減できると考えられる。

#### 【0022】

ここで、上記のノイズには、主に以下の3つが考えられる。第1には、他の機器から交流ライン経由で混入するノイズである。第2には、プロバ1内で発する自らの高周波のノイズが筐体を還流するために筐体自体が揺らされて混入するノイズである。第3には、チャックステージとプロバ1のノイズが還流している部分との間の位置関係に由来する容量カップリングによるノイズである。

20

そのようなノイズの影響を低減する具体的な手法として、本発明では、以下の5つの手法を提案している。第1の手法では、サーボアンプやサーボモータからの電流の帰路経路を制限することにより、プロバ筐体を經由して帰還する電流を抑制している。第2の手法では、各電装品とプロバ1の筐体から絶縁されたフローティング台とをプロバのフレームグラウンドに1点でアースされるように接続して、低インピーダンス化を図っている。第3の手法では、チャックステージとプロバ1のノイズが還流している部分との間に適切な距離をとることにより、チャックステージ表面とプロバ1のノイズが還流している部分との間の浮遊容量を小さくしている。第4の手法では、サーボモータとこれにつながるシャフトやチャックステージとの間に絶縁部材あるいは絶縁カップリングを配置して、絶縁カップリング以降の金属部分を接地しアンテナになることを防ぐことでサーボモータからのノイズがチャックステージの電位に与える影響を抑制している。第5の手法では、シリコンカーバイド製ダイオード(以下、「SiCダイオード」とよぶ)を用いてサーボアンプから発生するノイズ自体を少なくしている。

30

#### 【0023】

次に、図2を参照して、本発明の表示パネル用プロバ1を構成する各電装品の位置関係と、各電装品間のグラウンド配線とを説明する。ここで、図2では、駆動部と電装部との間の接続関係を分かりやすくするために、図1のプロバ1の電装部の向きを変えて表示している。また、図2では、説明を容易にするために、X、Y、Z、の4軸のうちのある1つの軸についてのサーボアンプ100やサーボモータ130を代表して記載しているが、実際には、X、Y、Z、の4軸を駆動する場合には各4つのサーボアンプ100やサーボモータ130が必要となる点に留意されたい。

40

#### 【0024】

まず、図2を参照して、フレームグラウンド端子200の周辺の接続関係を説明する。図2では、フレームグラウンド端子200は、テストまたはテストヘッド2の筐体のグラウンド端子に接続されている。この接続は、例えば、共通の配電盤から電源を取得することにより容易に達成できる。これにより、プロバ1とテスト2との間のDCポテンシャルが共通になるので迷走電流が流れなくなる。

50

また、フレームグラウンド端子200は、フローティング台150に設けられた端子とに接続されている。ここで、フローティング台150および151は、プロバ1のフレーム20からそれぞれ絶縁されている。このようなフローティング台を設けた理由は、プロバの各電装品（ケーブル類も含む）が、不用意にプロバ1の筐体に接することを防ぐためである。また、フローティング台150および151の間は、低インダクタンスで接続することが望ましい。その点では、フックアップワイヤーよりも平編銅線の方が適している。

さらに、プロバ1内のフレームグラウンド200は、配電盤に設けられたアース端子（図示せず）につながるアース線Eに接続されている。

#### 【0025】

次に、フローティング台150および151に設けられた端子と、そこに配置される各電装品のグラウンド端子との接続を説明する。

ここで、フローティング台150に設けられた端子は、サーボアンプ100のグラウンド端子に接続されている。そして、サーボアンプ100のグラウンド端子は、サーボアンプ100および入力フィルタ110をつなぐシールド付きケーブル160と、サーボアンプ100および出力フィルタ120をつなぐシールド付きケーブル161と、シールドボックス101とに接続されている。さらに、サーボアンプ100のグラウンド端子は、入力フィルタ110および出力フィルタ120の筐体に接続されている。

また、フローティング台151に設けられた端子は、フローティング台151を介して、サーボモータ130の筐体に接続されている。そして、そのサーボモータ130の筐体は、シールド付きケーブル162を介してメタルコネクタ131に電氣的に接続されている。ここで、メタルコネクタ131は、出力フィルタ120とサーボモータ130とをつなぐシールド付きケーブル162に接続されている。

そして、上記のシールド付きケーブル160、161、162のそれぞれは、入力ACの3相交流電源R、S、Tと、フレームグラウンド端子200につながるアース線Eとの合計4本の配線をその内部に含む。

#### 【0026】

そして、サーボモータ130から延びる動力ケーブルをサーボモータ130の筐体電位でシールドし、このシールドを電流の帰還経路にしている。これにより、サーボモータ130の筐体に低インダクタンスで安定した電位をフレームグラウンド端子200から配送することができる。

#### 【0027】

なお、サーボアンプ100とサーボモータ130との間をつなぐ動力ケーブルとして、シールド付きケーブルまたはコンジットパイプによるシールドを備えたシールド付きケーブルを用いることができる。また、サーボアンプ100とサーボモータ130との間の動力ケーブルやエンコーダ線にも360°シールドを用いることができる。

さらに、ケーブルを接続するコネクタなど中継部分の、シールド接続の電氣的な断絶を防止するため、メタルコネクタなどを用いてコネクタシェルについても360°のシールドを施すことが必要である。ここで、360°シールドを適用する場合には、コネクタシェルまたはシールドがプロバ1の筐体に不用意に接触するのを防ぐために外側に絶縁部材を用いて構成することが好ましい。また、各電装品のコントロール線に上記のシールド付きケーブルを用いることが好ましい。

#### 【0028】

次に、サーボアンプ100やサーボモータ130をシールドボックス101に収納してシールドすることについて説明する。図2を参照すると、本発明のプロバ1では、サーボモータ130を駆動するサーボアンプ100が、プロバ1の筐体から絶縁された金属性のシールドボックス101に収納されている。また、サーボモータ130についても、サーボアンプ100と同様に、シールドボックスを用いてシールドすることができる。この場合には、上記のシールドボックス101と各サーボアンプ100とのアースを接続して、フレームグラウンド端子200に接続することができる。

10

20

30

40

50



なお、サーボアンプ100については、そこへの入出力配線を接続する関係上、その配線を引き出す面に開口を設けたシールドボックス(5面シールドボックスとよぶ)を用いることもできる。

#### 【0029】

また、サーボアンプ100につながる入力フィルタ110のグラウンド端子が、サーボアンプ100のグラウンド端子を経由して、フローティング台150の端子に接続されている。入力フィルタ110は、上記のフローティング台と同様に、フレーム20から絶縁されている。そして、入力フィルタ110の筐体は、フレームグラウンド200端子に接続されている。

ここで、サーボアンプ100の入力フィルタ110および出力フィルタ120は、最大効果が1kHz~100kHzの周波数帯域において効果のあるもの、望ましくは3~5MHz程度までの阻止効果があることが好ましい。また、コモンモードフィルタ素子をサーボアンプ100の近傍に設けて、サーボアンプ100の制御時に発生する電圧変動を低減することが好ましい。さらに、入力フィルタ110および出力フィルタ120は、サーボアンプ100の高調波の影響を少なくするために、サーボアンプ100から波長に対して十分小さくかつ実現可能な距離として30cm以内で設置することが好ましい。

#### 【0030】

次に、図3を参照して、図2の本発明のプロバ1を構成する各電装品の接続関係を説明する。ここで、図3は、プロバ1を構成する各電装品と、プロバ1のフレームグラウンド200との接続を簡略化したものである。図3に示すように、本発明のプロバ1のフレームグラウンド端子200とプロバ1を構成する各電装品のグラウンド端子との関係は、ノイズの還流経路がフレームグラウンドを通らずに、閉回路を作るように設計した上で放射状に接続されていることがわかる。このように、本発明のプロバ1によれば、プロバ1を構成する各電装品がフレーム20から絶縁されており、フレームグラウンド端子200から各電装品への接続が実現されている。

#### 【0031】

ここで、サーボモータ130からサーボアンプ100へと帰還するACノイズ成分は、相互インダクタンスの影響により、シールド付きケーブル161、162の編組シールドを通ることになる。その理由は、シールド付きケーブルの編組シールドを通る経路の方がプロバ1の筐体を経由するよりもインピーダンスが低いためである。このようにシールド付きケーブルを用いると、行きと帰りの経路が互いに反対方向であるためにACノイズ成分が互いに打ち消されて、シールド付きケーブルの外部へと放射される磁界が比較的小さなものとなるという利点がある。このことは、サーボアンプ100および入力フィルタ110をつなぐシールド付きケーブル160にもあてはまる。

#### 【0032】

一方、DCノイズ成分および比較的周波数の低い成分は、シールド付きケーブルではなく、プロバ1のフレーム20を通して帰還することになる。その理由は、サーボアンプ100とサーボモータ130とをつなぐケーブル長が長く抵抗が大きいことによる。

なお、上記のフレーム20へのDCノイズの成分は、チャックステージ6上の被試験対象の測定に影響を与えるほどの大きな容量結合を形成しないので、被試験対象の測定に与える影響は非常に小さいと考えられる。

#### 【0033】

このように、本発明のプロバ1によれば、サーボモータやサーボアンプなどの各電装品をフローティング台を用いてフレーム20から絶縁し、シールド付きケーブルを用いて各電装品間の配線を施すことにより、ACノイズ成分とDCノイズ成分との帰還経路をそれぞれ分離している。そのため、各ノイズ成分による測定への影響を個別に検討して対策することができるので、ノイズ発生要因の分析が容易となる。

#### 【0034】

なお、上記の本発明のプロバ1では、フローティング台150とフローティング台151とを接続する態様を説明している。しかしながらこれに限らず、後述するように、サ

ーボモータ130につながるシャフトに絶縁部材(または絶縁カップリング)132を設けて、フローティング台150にフローティング台151を接続するかわりに、フレームグラウンド端子200にフローティング台151を接続することもできることに留意されたい。このような絶縁部材(または絶縁カップリング)132をシャフトに設けることにより、シャフトを介してチャックステージ6へとノイズ電流が還流するのを防止できる。

#### 【0035】

また、本発明の上記の実施態様に加えて、チャックステージ6とフレームグラウンド端子200との間に低誘電体物質(例えば、 $\epsilon < 3$ 程度のもの)を適用して距離を確保したり、チャックステージ6とそれを支持する支持台9との間に挿入された絶縁板7にシールドを挿入し、このシールドをプローバ1のフレームグラウンド端子200に接続したりすることにより、ノイズが測定に与える影響をより低減することができる。

10

さらに、チャックステージ6とこれに近接するプローバ1の筐体との間の距離を5cm以上とすることが好ましい。その理由は、上記の浮遊容量の式 $C = \epsilon \cdot (S/d)$ と表示パネルの大きさを考慮すると、このときの浮遊容量は、被試験対象の測定に与える影響をほぼ無視できる程度のものになるからである。

#### 【0036】

次に、サーボモータ130のノイズ対策を説明する。ここで、本発明のプローバ1のX軸およびY軸のサーボモータ130につながるシャフトは、被試験対象を搬送または移動させる必要があるため、長く延びることがある。そのように延びた場合には、シャフトがサーボモータ130からのノイズを放射するアンテナとなることがある。そのように放射されるノイズを低減するために、例えば、サーボモータ130とシャフトとの接合部分に絶縁部材(絶縁カップリング)132を適用することができる。このような絶縁カップリング132は、例えば、<http://www.mighty-corp.co.jp/seihin/mj/mjc.html>に掲載されている。このように、絶縁カップリング132以降の新たなシャフトの金属部分や支持台や支持部材を、電気的に接地してアンテナになることを防止する必要がある。これにより、サーボモータ130からのノイズがシャフトを通じて放射されることを防止することができる。ここで、機械的な位置精度を保つために、バックラッシュ対応されたものを入手することができる。

20

なお、軸用のサーボモータについては、スピンドル方式ではないので、上記の絶縁カップリングではなく、板状などの面的な絶縁部材を用いることができる。

30

#### 【0037】

一方、X、Y、Z、の各軸を駆動するサーボモータの全てに上記のような絶縁部材を装着することができない場合もありうる。その場合には、それらのモータのうち比較的負荷の大きいモータに絶縁部材を装着することが好ましい。その理由は、例えば、Y軸用のモータがプローバ内で最も下にある場合には、Y軸用のモータは、チャックステージや支持台の重量に加え、X軸とZ軸と軸との3個のモータの重量をも考慮した駆動能力が要求されるので駆動能力の大きなものが適用されることになるためである。また、一般に、発生するノイズは、駆動能力の大きいモータの方がより大きいからである。

#### 【0038】

ここまでは、ノイズが測定に与える影響を低減するための構成について説明してきたが、次に、上記のノイズ自体の発生を抑制することについて説明する。現状では、サーボアンプ130内にあるスイッチング素子としてはIGBTが主流である。しかし、そのターンオフ時には、フライホイールダイオード(FWD)の逆回復電流である $di/dt$ が配線上の残留インダクタンス分Lに流れ、これによりサージ振動電圧である $L \cdot di/dt$ が発生する。このサージ振動電圧がノイズの原因となっている。

40

#### 【0039】

次に、FWDを含むサーボアンプの標準的な回路図を図4Aに示す。図4Aに示すように、標準的なサーボアンプは、コンバータ部41と回生電力吸収部42とインバータ部43とを含む。ここで、インバータ部43にある6つのトランジスタ(またはIGBT素子)のそれぞれに並列に接続されているダイオードが、上記のフライホイールダイオード(

50

FWD)に対応する。

【0040】

そこで、サーボアンプ130から発生するスイッチングノイズを低減するために、IGBTのフライホイールダイオードに並列にSiCダイオードを装着することを説明する。まず、その具体的な実施態様を図4Bに示す。図4Bは、図4Aの標準的なサーボアンプのトランジスタ部43にあるトランジスタ(またはIGBT素子)に並列に接続されているフライホイールダイオード(FWD)431に、SiCダイオードをさらに並列に接続した回路構成を示している。

ここではフライホイールダイオード(FWD)にSiCダイオードを並列に接続する仕方を説明したが、これに限らず、フライホイールダイオードをSiCダイオードに置換することもできる。また力率向上のため図5のようにサーボアンプ回路のコンバータ部に力率補正回路を設ける場合には、サーボアンプ内に使われているダイオード411としてSiCダイオードを適用してスイッチング時の逆回復時間(Trr)を短縮して発生するノイズを低減することができる。すなわち、通常のシリコン製のダイオードと比較して、その逆回復時間はおよそ数10nsから数100ns以下であるため、リカバリータイムを小さくすることができ、その結果、振動ノイズ成分の発生を低減することができる。

【0041】

なお、IGBTモジュール化されたものにはシリコンダイオードがビルトインされているが、それに短い配線を用いてSiCダイオードを並列にアドオン(Add On)することにより、置換しなくても同様の効果を発揮するよう構成することができる。この場合には、最初の20ns~100nsまでのノイズ成分はSiCダイオードにより回生され、100ns以降の大電流成分はビルトインされたシリコンダイオードが受けもつように機能することになる。

このようなSiCダイオードを適用することにより、スイッチング時に発生するノイズを低減することができるので、ノイズの発生が少ない表示パネル用プローバを提供することができる。

【0042】

最後に、上記に説明してきた本発明の手法を簡単にまとめると、以下のようになる。すなわち、第1の手法では、サーボアンプやサーボモータからの電流の帰路経路を制限することにより、プローバ筐体を経由する電流帰路を抑制している。第2の手法では、各電装品とプローバ筐体から絶縁されたフローティング台とをプローバのフレームグラウンドに一点アース化でスター型に接続して、低インピーダンス化を図っている。第3の手法では、チャックステージとプローバノイズが還流している部分との間に適切な距離をとることにより、チャックステージ表面とプローバノイズが還流している部分との間の浮遊容量を小さくしている。第4の手法では、SiCダイオードを用いてサーボアンプから発生するノイズ自体を少なくしている。第5の手法では、サーボモータとこれにつながるシャフトやチャックステージとの間に絶縁部材を適用して、サーボモータからのノイズがチャックステージの電位に与える影響を抑制している。

【0043】

上記に説明してきた本発明のプローバによれば、ノイズとなりうるサージ振動電圧L・di/dtの発生を、残留Lやdi/dtの変動量を小さくすることにより、電気測定に悪影響を与えるノイズの影響やノイズ自体を低減できるので、高精度、高速化、高再現性を備えたプローバや試験装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の実施態様のプローバを示す斜視図である。

【図2】図1のプローバの構成部材とその配線とを示す概略図である。

【図3】図2のプローバのグラウンド配線を示す系統図である。

【図4】Aは、フライホイールダイオード(FWD)を含む従来の標準的なACサーボアンプの回路構成図である。Bは、Aのトランジスタ部にあるトランジスタ(またはIGBT

10

20

30

40

50

T素子)に並列に接続されているフライホイールダイオード(FWD)に、SiCダイオードをさらに並列に接続した回路構成図である。

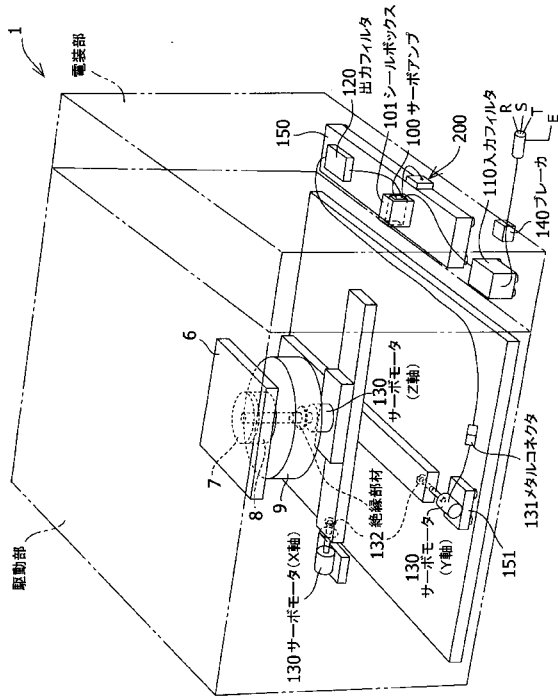
【図5】力率改善回路を含むACサーボンプ内のダイオード411としてSiCダイオードを適用した形態の回路構成図である。

【符号の説明】

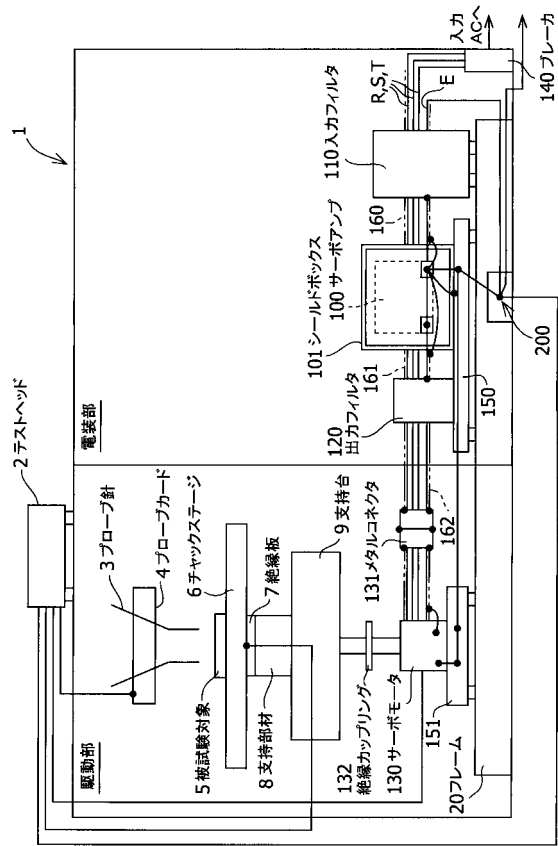
【0045】

- |             |                    |    |
|-------------|--------------------|----|
| 1           | プローバ               |    |
| 2           | テストヘッド             |    |
| 3           | プローブ針              |    |
| 4           | プローブカード            | 10 |
| 5           | 被試験対象              |    |
| 6           | チャックステージ           |    |
| 7           | 絶縁板                |    |
| 8           | 支持部材               |    |
| 9           | 支持台                |    |
| 20          | プローバフレーム           |    |
| 200         | フレームグラウンド端子        |    |
| 100         | サーボンプ(または、サーボドライバ) |    |
| 101         | シールドボックス           |    |
| 110         | 入力フィルタ             | 20 |
| 120         | 出力フィルタ             |    |
| 130         | サーボモータ             |    |
| 131         | メタルコネクタ            |    |
| 132         | 絶縁部材               |    |
| 150、151     | フローティング台           |    |
| 160、161、162 | シールド付きケーブル         |    |
| 41          | コンバータ部             |    |
| 42          | 回生電力吸収部            |    |
| 43          | インバータ部             |    |
| 431         | フライホイールダイオード(FWD)  | 30 |
| 432         | SiCダイオード           |    |

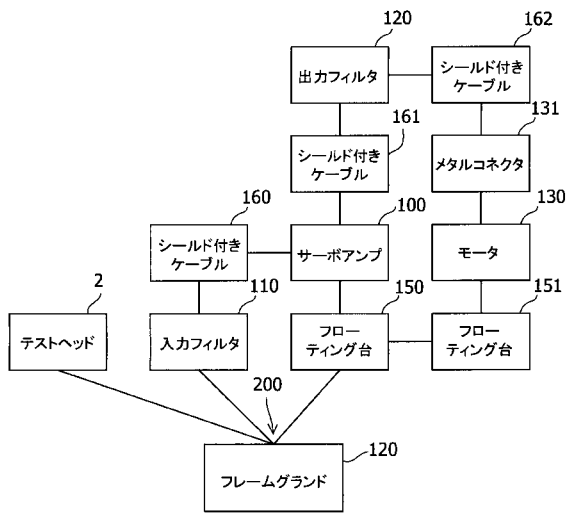
【図1】



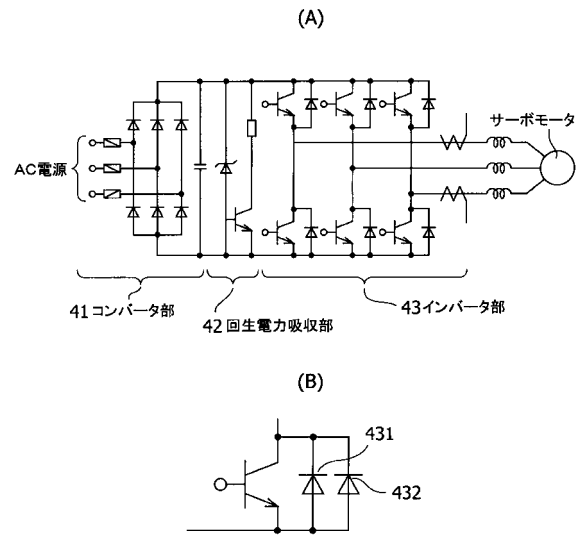
【図2】



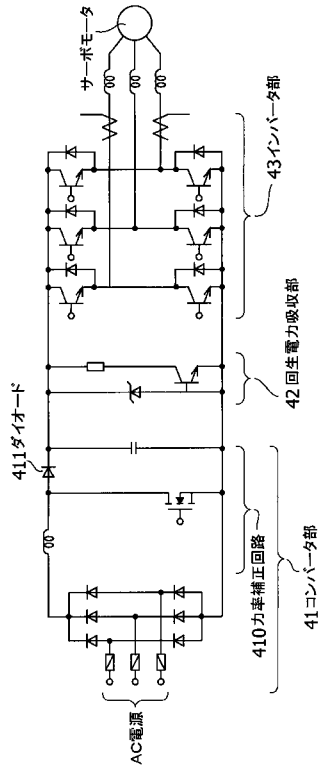
【図3】



【図4】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 岸田 明人

東京都八王子市高倉町9 - 1 アジレント・テクノロジー・インターナショナル株式会社内

Fターム(参考) 4M106 AA01 BA01 CA01 DD10 DD11 DD15