(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2017-9449
(P2017-9449A)
(43)公開日　平成29年1月12日(2017.1.12)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G01K	1/14	(2006.01)	G01K	1/14	A	2F056
G01K	7/02	(2006.01)	G01K	7/02	C	4M106
G01K	7/18	(2006.01)	G01K	7/18	Z	
G01K	7/22	(2006.01)	G01K	7/22	J	
H01L	21/66	(2006.01)	H01L	21/66	B	

審査請求 未請求　請求項の数 18　ＯＬ　（全 16 頁）　最終頁に続く

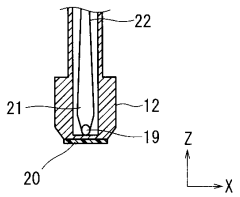
(21)出願番号　特願2015-125432 (P2015-125432)
(22)出願日　平成27年6月23日 (2015.6.23)

(71)出願人　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
(74)代理人　100088672
弁理士　吉竹　英俊
(74)代理人　100088845
弁理士　有田　貴弘
(72)発明者　山下　欽也
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　野口　貴也
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】コンタクトプローブ型温度検出器、半導体装置の評価装置および半導体装置の評価方法

(57)【要約】
【課題】半導体装置の電気的特性を評価する際に気中放電を抑制し、かつ、半導体装置の温度を精度よく検出することが可能な技術を提供することを目的とする。
【解決手段】コンタクトプローブ型温度検出器である温度検出用プローブ７は、被測定物である半導体装置５と接触可能なプランジャ部１２と、プランジャ部１２の基端部に配置されるバネ部材１７と、バネ部材１７を介してプランジャ部１２を半導体装置５側に押圧するバレル部１４と、半導体装置５の温度を検出する測温部である熱電対１９とを備えている。
【選択図】図５



19:熱電対

【特許請求の範囲】
【請求項１】
被測定物と接触可能なプランジャ部と、
前記プランジャ部の基端部に配置されるバネ部材と、
前記バネ部材を介して前記プランジャ部を前記被測定物側に押圧するバレル部と、
前記被測定物の温度を検出する測温部と、
を備える、コンタクトプローブ型温度検出器。
【請求項２】
前記測温部は、前記プランジャ部の先端部の内部に配置される、請求項１記載のコンタクトプローブ型温度検出器。
【請求項３】
前記測温部は、前記プランジャ部の先端部の外部に配置される、請求項１記載のコンタクトプローブ型温度検出器。
【請求項４】
前記プランジャ部における前記被測定物と接触する箇所に保護部が配置される、請求項３記載のコンタクトプローブ型温度検出器。
【請求項５】
前記保護部は、前記測温部の少なくとも一部を覆う、熱伝導性を有する絶縁材料で構成される、請求項４記載のコンタクトプローブ型温度検出器。
【請求項６】
前記保護部は、前記測温部と前記被測定物との間に介在させる、熱伝導性を有する板材料で構成される、請求項４記載のコンタクトプローブ型温度検出器。
【請求項７】
前記測温部は、前記プランジャ部を構成する第１の電極軸と第２の電極軸との間に配置され、
前記プランジャ部における前記被測定物と接触する箇所に保護部が配置される、請求項２記載のコンタクトプローブ型温度検出器。
【請求項８】
前記測温部は熱電対で構成される、請求項１から請求項７のいずれか１つに記載のコンタクトプローブ型温度検出器。
【請求項９】
前記測温部は白金抵抗体またはサーミスタで構成される、請求項１から請求項７のいずれか１つに記載のコンタクトプローブ型温度検出器。
【請求項１０】
請求項１から請求項９のいずれか１つに記載のコンタクトプローブ型温度検出器と、
前記被測定物を固定するためのステージと、
スプリング方式の評価用プローブと、
前記評価用プローブを介して前記被測定物の電気的特性を評価する評価部と、
を備える、半導体装置の評価装置。
【請求項１１】
前記コンタクトプローブ型温度検出器の先端部は、前記被測定物の電気的特性の評価前の状態で、前記評価用プローブの先端部よりも下方に位置する、請求項１０記載の半導体装置の評価装置。
【請求項１２】
前記コンタクトプローブ型温度検出器は、前記被測定物の中央部と接触可能に配置される、請求項１０または請求項１１記載の半導体装置の評価装置。
【請求項１３】
前記コンタクトプローブ型温度検出器は、前記被測定物の周縁部と接触可能に配置される、請求項１０または請求項１１記載の半導体装置の評価装置。
【請求項１４】

前記コンタクトプローブ型温度検出器は、前記被測定物の中央部および周縁部と接触可能に配置される、請求項１０または請求項１１記載の半導体装置の評価装置。
【請求項１５】
前記評価用プローブおよび前記コンタクトプローブ型温度検出器は、互いに異なる絶縁板に配置される、請求項１０から請求項１４のいずれか１つに記載の半導体装置の評価装置。
【請求項１６】
前記コンタクトプローブ型温度検出器によって検出された前記被測定物の温度に基づいて、前記評価用プローブおよび前記評価部による前記被測定物の電気的特性の評価を制御する制御部をさらに備える、請求項１０から請求項１５のいずれか１つに記載の半導体装置の評価装置。
【請求項１７】
請求項１０から請求項１６のいずれか１つに記載の半導体装置の評価装置を用いた半導体装置の評価方法であって、
（ａ）前記評価用プローブおよび前記評価部を用いて前記被測定物の電気的特性を評価する工程と、
（ｂ）前記コンタクトプローブ型温度検出器を用いて、前記工程（ａ）による評価前および前記工程（ａ）による評価時における前記被測定物の表面の温度を検出する工程と、
を備える、半導体装置の評価方法。
【請求項１８】
（ｃ）前記工程（ｂ）で検出された前記被測定物の表面の温度に基づいて、前記工程（ａ）による前記被測定物の電気的特性の評価を中止する工程をさらに備える、請求項１７記載の半導体装置の評価方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、半導体装置の電気的特性を評価する際に半導体装置の温度を検出する技術に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
被測定物である半導体装置の電気的特性を評価する際、半導体装置の温度を精度よく検出することは重要である。特に温度特性の評価において、評価時の温度検出が不安定であれば、温度特性そのものに誤差が含まれることになる。また、電気的特性を評価する際、大電流かつ高電圧印加によって半導体装置の温度が変化することがある。その場合も電気的特性とともに、半導体装置の温度変化を検出することは重要である。
【０００３】
このような状況の下、半導体装置の温度検出方法として、非接触式の手法が知られている。例えば、非接触式としては、光学式の放射温度計による温度検出があるが、半導体装置の表面が鏡面であれば、温度検出は困難である。検出できたとしても、放射率の設定次第で検出温度は容易に変化するため、半導体装置の温度を正確に形成するものではない。
【０００４】
被測定物の温度の検出方法として、例えば特許文献１，２には以下のような方法が開示されている。特許文献１には、被測定物を設置する樹脂製の設置台に温度センサが設置され、この温度センサで計測された温度に基づいて槽内の温度が制御されることが開示されている。また、特許文献２には、パワーモジュール内にリード付サーミスタが設けられ、そのサーミスタによって半導体素子の温度が計測されることが開示されている。
【０００５】
また、被測定物の温度の別の検出方法として、例えば特許文献３から特許文献５に、カンチレバー方式による測定システムが開示されている。
【先行技術文献】

【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特開２０１０－２６７１５号公報
【特許文献２】特開２０１３－２５４８７３号公報
【特許文献３】特開昭６１－１８７２４５号公報
【特許文献４】特開２００７－２２７４４４号公報
【特許文献５】特開２０１１－２１５００７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に記載の温度センサは、樹脂からなる設置台に設置されており、かつ被測定物から離れている。このため、被測定物そのものの温度を精度よく検出することができない。また、当該温度センサは従来の評価装置に採用できるものでもなかった。
【０００８】
また、特許文献２に記載のサーミスタは、空気層を介して半導体素子の温度を計測している。このため、半導体素子そのものの温度を精度よく検出することができない。
【０００９】
さらに、特許文献３から特許文献５に記載のカンチレバー方式による測定システムは、カンチレバー方式の原理からプローブを傾斜させる必要があり、高電圧デバイスの電気的特性を測定する場合、プローブの傾斜部分と被測定物との間の距離を任意に設定できないことから気中放電を抑制することは難しいという問題がある。
【００１０】
そこで、本発明は、半導体装置の電気的特性を評価する際に気中放電を抑制し、かつ、半導体装置の温度を精度よく検出することが可能な技術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】
【００１１】
本発明に係るコンタクトプローブ型温度検出器は、被測定物と接触可能なプランジャ部と、前記プランジャ部の基端部に配置されるバネ部材と、前記バネ部材を介して前記プランジャ部を前記被測定物側に押圧するバレル部と、前記被測定物の温度を検出する測温部とを備えるものである。
【００１２】
本発明に係る半導体装置の評価装置は、コンタクトプローブ型温度検出器と、前記被測定物を固定するためのステージと、スプリング方式の評価用プローブと、前記評価用プローブを介して前記被測定物の電気的特性を評価する評価部とを備えるものである。
【００１３】
本発明に係る半導体装置の評価方法は、半導体装置の評価装置を用いた半導体装置の評価方法であって、前記評価用プローブおよび前記評価部を用いて前記被測定物の電気的特性を評価する工程（ａ）と、前記コンタクトプローブ型温度検出器を用いて、前記工程（ａ）による評価前および前記工程（ａ）による評価時における前記被測定物の表面の温度を検出する工程（ｂ）とを備えるものである。
【発明の効果】
【００１４】
本発明によれば、バレル部によってバネ部材を介してプランジャ部を被測定物側に押圧することでプランジャ部と被測定物との接触を確実なものとし、測温部で被測定物の温度を検出する。したがって、半導体装置の電気的特性を評価する際に、半導体装置の温度を精度よく検出することができる。
【００１５】
また、コンタクトプローブ型温度検出器は、バネ部材を介してプランジャ部を被測定物側に押圧する構成のため、カンチレバー方式の場合よりも被測定物からコンタクトプロー

ブ型温度検出器の取り付け部までの距離を離すことができ、気中放電を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】実施の形態に係る半導体装置の評価装置の概略図である。

【図２】スプリング方式の評価用プローブの動作説明図である。

【図３】気中放電の抑制を説明するための概略図である。

【図４】温度検出用プローブの概略図である。

【図５】プランジャ部の一部の概略断面図である。

【図６】実施の形態の変形例１に係る温度検出用プローブのプランジャ部の一部の概略断面図である。

【図７】実施の形態の変形例２に係る温度検出用プローブのプランジャ部の一部の概略断面図である。

【図８】測温部設置治具の概略斜視図である。

【図９】実施の形態の変形例３に係る温度検出用プローブのプランジャ部の一部の概略断面図である。

【図１０】温度検出用プローブの配置構成の一例を示す概略図である。

【図１１】温度検出用プローブの配置構成の他の例を示す概略図である。

【図１２】温度検出用プローブの配置構成の他の例を示す概略図である。

【図１３】温度検出用プローブの配置構成の他の例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

＜実施の形態＞

本発明の実施の形態について、図面を用いて以下に説明する。図１は、実施の形態に係る半導体装置の評価装置１の概略図である。

【００１８】

本実施の形態では、絶縁板１６にスプリング方式の温度検出用プローブ７を配置して、被測定物である半導体装置５の表面の温度を、半導体装置５の電気的特性の評価前および評価時に検出する例を示す。なお、本実施の形態では、半導体装置５の縦方向、つまり面外方向に大きな電流を流す縦型構造の半導体装置５を一例として示すが、これに限るものではなく、半導体装置の一面において入出力を行う、横型構造の半導体装置であってもよい。

【００１９】

評価装置１は、チャックステージ３（ステージ）、スプリング方式の評価用プローブ１０、温度検出用プローブ７（コンタクトプローブ型温度検出器）、および制御部４を備えている。縦型構造の半導体装置５の評価の際、外部と接続するための一方の電極は、半導体装置５の上面に設けた接続パッド１８（図２参照）と接触する評価用プローブ１０となる。他方の電極は、半導体装置５の下面、つまり、半導体装置５の設置面と接触するチャックステージ３の表面となる。評価用プローブ１０は、絶縁板１６に固定されており、絶縁板１６に接続部８ａを介して接続された信号線６ａを通じて、制御部４と電気的に接続されている。チャックステージ３の表面は、チャックステージ３の側面に設けた接続部８ｂを介して接続された信号線６ｂを通じて、制御部４と電気的に接続されている。

【００２０】

制御部４は、評価装置１の各部を制御する。制御部４は、処理回路で構成され、処理回路は、専用のハードウェアであっても、メモリに格納されるプログラムを実行するＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、ＤＳＰともいう）であってもよい。

【００２１】

なお、評価用プローブ１０は、半導体装置５に大電流（例えば５Ａ以上）を印加することを想定して複数個配置されている。その場合、各評価用プローブ１０に加わる電流密度

が略一致するように、信号線６ａと絶縁板１６との接続位置である接続部８ａと、チャックステージ３の側面に設けた接続部８ｂの距離が、どの評価用プローブ１０を介しても略一致する位置に各接続部８ａ，８ｂを設けることが望ましい。つまり、評価用プローブ１０を介して、接続部８ａと接続部８ｂが対向する位置にあることが望ましい。また、各評価用プローブ１０と接続部８ａとの間は、図示していないが、例えば絶縁板１６上に設けた金属板等の配線によって接続されている。

【００２２】

評価用プローブ１０、温度検出用プローブ７、絶縁板１６、接続部８ａ、および各プローブ７，１０と接続部８ａとを接続する配線（図示省略）にて構成されるプローブ基体２は、移動アーム９によって保持され任意の方向へ移動可能となっている。ここでは、１つの移動アーム９でのみ保持する構成としたが、これに限るものではなく、複数の移動アームにて一層安定的に保持してもよい。また、プローブ基体２を移動するのではなく、半導体装置５、つまり、チャックステージ３を移動させてもよい。

【００２３】

チャックステージ３は、半導体装置５の設置面と接触して固定するための台座であり、固定手段として、例えば真空吸着の機能を有する。なお、半導体装置５の固定手段は真空吸着に限るものではなく、静電吸着等であっても構わない。

【００２４】

次に、評価用プローブ１０について説明する。スプリング方式の評価用プローブ１０の動作説明図であり、図２（ａ）は、初期状態を示し、図２（ｂ）は、接触状態を示し、図２（ｃ）は、押圧状態を示す。

【００２５】

評価用プローブ１０は、基台として機能し、絶縁板１６に固定されるバレル部１４、半導体装置５の表面に設けられた接続パッド１８と機械的かつ電気的に接触するコンタクト部１１、バレル部１４の内部に組み込まれたスプリング等のバネ部材を介して接触時に摺動が可能な押し込み部１３を有するプランジャ部１２、およびプランジャ部１２と電気的に通じて外部への出力端となる端子部１５を備えている。

【００２６】

評価用プローブ１０は導電性を有する、例えば銅、タングステンまたはレニウムタングステンなどの金属材料を用いて作製されるがこれらに限るものではなく、特にコンタクト部１１は導電性向上および耐久性向上等の観点から、上記の金属材料に別の部材、例えば金、パラジウム、タンタルまたはプラチナ等を被覆した材料を用いて作製されてもよい。

【００２７】

評価用プローブ１０は、図２（ａ）に示す初期状態から、下方（－Ｚ方向）に半導体装置５に設けた接続パッド１８に向けて下降すると、図２（ｂ）に示すように、先ず、接続パッド１８とコンタクト部１１が接触する。その後、評価用プローブ１０は、さらに下降すると、図２（ｃ）に示すように、押し込み部１３の一部がバレル部１４内にバネ部材を介して押し込まれ、半導体装置５の接続パッド１８との接触を確実なものにする。

【００２８】

ここでは、評価用プローブ１０はＺ軸方向に摺動性を備えたバネ部材をその内部に設けた構成について説明したが、これに限るものではなく、例えば、後述する図４に示すスプリング方式の温度検出用プローブ７のように、バネ部材を外部に設けた構成であっても構わない。

【００２９】

次に、評価用プローブ１０および温度検出用プローブ７においてスプリング方式を用いるメリットについて前提技術と対比しながら説明する。図３は、気中放電の抑制を説明するための概略図であり、図３（ａ）は、前提技術であるカンチレバー方式の場合の例である。図３（ｂ）は、スプリング方式の場合の例であり、例として評価用プローブ１０を示す図である。

【００３０】

図３（ａ）に示すように、カンチレバー方式の場合、カンチレバー方式の原理から絶縁板１００に対してプローブ１０１を傾斜させる必要があり、高電圧デバイスの電気的特性を評価する際、プローブ１０１の傾斜部分と被測定物である半導体装置５との間の距離ｄ１を任意に設定できないことから気中放電を抑制することは難しいという問題がある。他方、図３（ｂ）に示すように、バネ部材１７を有するスプリング方式の場合はその原理からプローブ１０を傾斜させる必要がない。そのため、高電圧デバイスの電気的特性を評価する際、プローブ１０が接続される絶縁板１６と半導体装置５との間の距離ｄ２を任意に設定できることから、気中放電を必要に応じて抑制できるというメリットを有している。

【００３１】

次に、図４と図５を用いて、スプリング方式の温度検出用プローブ７について説明する。図４は、温度検出用プローブ７の概略図であり、図５は、プランジャ部１２の一部の概略断面図である。ここでは、プローブ７を構成するプランジャ部１２の先端部分の内部に、測温部として熱電対１９が設置された温度検出用プローブ７の例を示す。

【００３２】

半導体装置５の評価の際、図２に示したように、スプリング方式の評価用プローブ１０を半導体装置５の上面に設けた接続パッド１８に接触させることは、評価用プローブ１０と接続パッド１８との電気的な導通が目的である。評価用、つまり、電気的な導通に用いるプローブ１０とともに用いられる温度検出を目的としたスプリング方式の温度検出用プローブ７を採用することで、評価時の半導体装置５の温度を精度良く容易に得ることが可能となる。

【００３３】

図４に示すように、スプリング方式の温度検出用プローブ７は、評価用プローブ１０の構成と同様に、プランジャ部１２、バレル部１４、バネ部材１７、および端子部１５を備えている。温度検出用プローブ７は、これらの構成に加えて測温部をさらに備えている。

【００３４】

プランジャ部１２の先端部には半導体装置５と接触可能なコンタクト部１１が設けられ、プランジャ部１２の基端部には先端部分よりも細い円筒状の押し込み部１３が設けられ、バネ部材１７は押し込み部１３に嵌められている。バレル部１４は円筒状に形成され、押し込み部１３の一部が挿入可能に構成されている。コンタクト部１１にて半導体装置５と接触するプランジャ部１２は可動部であり、バレル部１４は、バネ部材１７を介してプランジャ部１２を半導体装置５側に押圧する。そして、押し込み部１３の一部がバネ部材１７を介して鉛直方向（＋Ｚ方向）に押し込まれることで、半導体装置５との接触を確実なものとする。

【００３５】

プランジャ部１２は、評価用であれば、導電性を有する、例えば銅、タングステンまたはレニウムタングステンなどの金属材料を用いて作製されるがこれらに限るものではなく、特に半導体装置５と接触するコンタクト部１１は導電性向上および耐久性向上等の観点から、上記の金属材料に別の部材、例えば金、パラジウム、タンタルまたはプラチナ等を被覆した材料を用いて作製してもよい。ここでは温度検出用のため、導電性は必要なく、評価用のプローブを流用するのでなければ、熱伝導性を有する材料を、金属材料に限らず、利用できる。熱伝導性を向上させたフィラーを充填した樹脂などがこれにあたる。

【００３６】

バネ部材１７は、プランジャ部１２を容易に可動するために必要な部材であり、ここでは、外部に設ける構成とした。後述するように、プランジャ部１２の内部に中空部が構成され、中空部に測温部から延長した配線が通されるため、プランジャ部１２の内部空間の利用可能な体積が制限されるためである。

【００３７】

しかしながら、大電流向けのプローブの場合などでは、プランジャ部１２そのものの外径が大きく、内部空間にバネ部材１７を設ける余裕がある場合もあり、バネ部材１７の配置は外部に限るものではない。バレル部１４は、スプリング方式の温度検出用プローブ７

の基台となる部位であり、絶縁板１６への固定の際に利用される。端子部１５は、制御部４への出力のための結線部として用いられプランジャ部１２の押し込み部１３と電気的に接続され、両者は一体化された構成としてもよい。

【００３８】

プランジャ部１２を電気伝導性の材料で構成した場合、絶縁性材料の保護部２０を、プランジャ部１２のコンタクト部１１に設ける必要がある。これは、スプリング方式の温度検出用プローブ７を従来の評価用プローブ１０と共に絶縁板１６の同等位置に配置した場合、半導体装置５に通電する半導体装置５の表面の接続パッド１８と接触することになるが、このときスプリング方式の温度検出用プローブ７への、半導体装置５の評価のための通電を回避するためである。ただし、半導体装置５上の接続パッド１８上などではなく絶縁膜上に、プランジャ部１２のコンタクト部１１を接触させる場合であれば、保護部２０を設けなくてもよい。なお、保護部２０は、熱伝導を阻害しない薄厚の素材で構成されることが望ましく、例えばテフロン（登録商標）であるが、これに限るものではない。

【００３９】

次に、温度検出用プローブ７が備える測温部について説明する。図５に示すように、プランジャ部１２の先端部分は円筒状に形成され、その外径は、評価用であれば、印加する電流に応じて一般的には５ｍｍ程度から１０ｍｍ程度となる。測温部は熱電対１９で構成され、温度検出用プローブ７では、熱電対１９はプランジャ部１２の内部に配置される。そのため、プランジャ部１２の内部に少なくとも内径３ｍｍ程度の中空部２１を有することから、プランジャ部１２の外径は６ｍｍ以上となる。プランジャ部１２を金属で作製する場合、中空部２１は切削加工にて刳り抜いて作製される。

【００４０】

熱電対１９は、プランジャ部１２の先端部の内部に配置されている。熱電対１９は、２種類の異なる金属を接続して、両方の接点間にその温度差によって生じる起電力にて温度を検出するものであり、選択される金属材料としては、銅－コンスタンタン、またはクロメル－アルメル等があるがこれらに限らない。熱電対１９の外径は、微小な箇所の温度検出用として、１ｍｍ程度での作製が可能である。熱電対１９の配線２２の一端側は、端子部１５の上端から延び、制御部４に接続される。この例では、熱電対１９をプランジャ部１２の内部に外部から隔離して配置することから、熱電対１９の外部環境からの保護を確実に行える。さらに、保護部２０は、プランジャ部１２を介して熱電対１９の一部を覆っており、熱電対１９を保護している。

【００４１】

次に、温度検出用プローブ７の変形例について説明する。図６は、実施の形態の変形例１に係る温度検出用プローブ７のプランジャ部１２の一部の概略断面図である。熱電対１９をプランジャ部１２の先端部の外部に配置した以外は、図５と同様であるため、重複する説明は省略する。図６に示すように、中空部２１は、プランジャ部１２の先端部を貫通した状態で設けられ、熱電対１９の先端部はプランジャ部１２の先端から突出した状態で配置されている。熱電対１９が、直接、半導体装置５と接触することを回避するため、熱電対１９は保護部２０にて被覆されている。保護部２０は、例えば熱伝導性を向上させたフィラーを充填した樹脂で構成されるが、これに限るものではない。本変形例１により、半導体装置５と測温部を一層近接して配置することができ、半導体装置５の温度の検出精度の向上を図ることが可能となる。

【００４２】

図７は、実施の形態の変形例２に係る温度検出用プローブ７のプランジャ部１２の一部の概略断面図であり、図８は、測温部設置治具３１の概略斜視図である。図７に示すように、測温部は表面実装型のサーミスタ３０で構成され、サーミスタ３０が設置された測温部設置治具３１を、プランジャ部１２の先端部に嵌合することで配置した構成である。他の構成は上記の例と同様であり、説明を省略する。

【００４３】

サーミスタ３０は、測温抵抗体の一種であり、酸化物の電気抵抗変化を利用して温度を

検出するものであって、その形態は、リード線を具備したものなど種々存在する。ここでは、小型化の観点から表面実装型の素子を選択したが、これに限るものではない。表面実装型であれば、その外形は、長辺で１ｍｍ程度となる。サーミスタ３０が設置される測温部設置治具３１は、電気伝導性を有する金属材料、例えば銅で構成され、板金加工で作製されるが、これに限るものではない。

【００４４】

測温部設置治具３１は、略筒状の嵌合部３２、および側面視にて略Ｌ字状の本体部３３を備えている。本体部３３の底部は、測温部設置部３３ａであり、測温部設置部３３ａの上面にサーミスタ３０が設置されている。すなわち、測温部設置部３３ａは、サーミスタ３０と半導体装置５との間に介在することになり、サーミスタ３０を保護する機能を有する。さらに、測温部設置部３３ａは熱伝導性を有する板材料で構成されるため、半導体装置５の熱をサーミスタ３０に効率よく伝達する機能を有する。

【００４５】

図７に示すように、表面実装型のサーミスタ３０の上下両端部に電極３４，３５がそれぞれ設けられている。電極３５は、測温部設置部３３ａに半田付け等で、電気的かつ機械的に接続されている。電極３４には配線２２が接続されている。配線２２の一端側は、端子部１５の上端から延びている。電極３５は、測温部設置治具３１を介してプランジャ部１２に接続され、さらには端子部１５に接続されている。

【００４６】

中空部２１は２段階で形成されている。すなわち、中空部２１におけるプランジャ部１２の先端部分に対応する部分は貫通状に形成されるとともに、それ以外の部分よりも内径が大きくなるように形成されている。プランジャ部１２の先端部分は、嵌合部３２と嵌合され、電気的かつ機械的に測温部設置治具３１と接続される。測温部設置治具３１は、電気伝導性の材料で構成されるため、絶縁性材料で構成される絶縁部３３ｂが、測温部設置部３３ａと半導体装置５との接触箇所（測温部設置部３３ａの下面）にさらに配置されている。ここで、測温部設置部３３ａが測温部であるサーミスタ３０を保護するための保護部に相当する。

【００４７】

これにより、半導体装置５と測温部を一層近接して配置することができ、半導体装置５の温度の検出精度の向上を図ることが可能となる。また、測温部としてのサーミスタ３０の故障時に交換が容易となる。

【００４８】

なお、測温部としてサーミスタ３０を用いた例を示したが、サーミスタ３０に限るものではなく、白金抵抗体を用いてもよい。白金抵抗体とは、金属の電気抵抗が温度にほぼ比例して変化することを利用して温度を検出するものである。

【００４９】

次に、測温部をプランジャ部１２の内部に設けた、さらに別の変形例を図９に示す。図９は、実施の形態の変形例３に係る温度検出用プローブ７のプランジャ部１２の一部の概略断面図である。図９に示すように、同軸型の２軸のコンタクトプローブを応用するものであり、２つの軸間に測温部を構成する表面実装型のサーミスタ３０を配置した構成である。

【００５０】

プランジャ部１２は、第２電極軸３７と、第２電極軸３７の内部に配置される第１電極軸３６とで構成されている。同軸型の２軸のコンタクトプローブにおいて、第１電極軸３６および第２電極軸３７は互いに絶縁され、それぞれ別個に出力される。第１電極軸３６および第２電極軸３７は、サーミスタ３０の出力電極に接続されることで、サーミスタ３０の出力を、各電極軸３６，３７の延長部である結線部から、それぞれ得ることが可能となる。また、サーミスタ３０および各電極軸３６，３７と、半導体装置５との絶縁性を確保するために、プランジャ部１２における半導体装置５と接触する箇所に絶縁性材料で作製された保護部２０が配置されている。

【００５１】
なお、測温部としてサーミスタ３０を用いた例を示したが、サーミスタ３０に限るものではなく、白金抵抗体を用いてもよい。
【００５２】
これにより、配線部分を介することなく測温部を設置できるため、設置および故障時における測温部の交換が容易となる。
【００５３】
なお、温度検出用プローブ７は、半導体装置５の電気的特性の評価時の温度を検出することを目的としたがこれに限るものではなく、例えば治具の温度またはプロセス途上の装置の温度などを接触して簡易に検出することにも利用可能である。
【００５４】
次に、絶縁板１６に配置されるスプリング方式の温度検出用プローブ７の配置例について説明する。図１０は、温度検出用プローブ７の配置構成の一例を示す概略図であり、より具体的には、評価時における１つの半導体装置５、評価用プローブ１０、および温度検出用プローブ７を示した平面図である。なお、図面を簡単にするために絶縁板１６は図示を省略し、温度検出用プローブ７の接触位置を黒丸、評価用プローブ１０の接触位置を白丸で示すものとする。
【００５５】
半導体装置５は、特に電力変換装置などに使用される高耐圧半導体装置であり、例えば、ＩＧＢＴ、ＭＯＳＦＥＴ、またはダイオード等である。これらの高耐圧を示す半導体装置５は、電流を制御する活性領域２３と、分離耐圧を持たせる終端領域２４とを備えている。活性領域２３は半導体装置５の中央部に設けられ、終端領域２４は半導体装置５の周縁部に設けられている。半導体装置５は、以降ＩＧＢＴを例として説明するが、その活性領域２３には、外部との接続に用いられる接続パッドとして、ゲート電極２５およびエミッタ電極２６が設けられている。温度検出用プローブ７は、半導体装置５のエミッタ電極２６の中央部に接触することで、当該箇所の温度検出を行う。すなわち、半導体装置５のエミッタ電極２６中央部温度が、半導体装置５における活性領域２３の表面温度の代表値として取り扱われる。
【００５６】
ここで、例えば被測定物を囲むようにヒーターが配置され、ヒーターの内部に配置された温度検出用プローブが当該包囲形状内の中央部に位置する場合が考えられるが、これはヒーターによる加熱効果が最も及び難い領域として中央部を指定するものであり、本実施の形態とは構成と効果を異にする。
【００５７】
次に、温度検出用プローブ７の配置構成の他の例について説明する。図１１、図１２および図１３は、温度検出用プローブ７の配置構成の他の例を示す概略図である。
【００５８】
温度検出用プローブ７の配置は図１０に限らず、図１１に示すように、半導体装置５の終端領域２４に温度検出用プローブ７が配置され、終端領域２４の温度検出を行ってもよい。評価時における半導体装置５の破壊現象に伴う温度変化を検出する際、特に部分放電は半導体装置５の活性領域２３だけでなく、終端領域２４においても発生することが知られているためである。
【００５９】
また、図１２に示すように、中央領域である活性領域２３と終端領域２４に温度検出用プローブ７をそれぞれ配置し、活性領域２３と終端領域２４の温度を検出してもよい。複数個所の半導体装置５の表面温度を検出することで、半導体装置５の温度の均一性の評価が可能となり、破壊現象および部分放電の検出精度の向上を図ることが可能となる。
【００６０】
また、図１３に示すように、エミッタ電極２６上に配置された絶縁層２７上に温度検出用プローブ７を接触させる構成でもよい。絶縁層２７上に接触させるのであれば、保護部

２０は不要となる。絶縁層２７の配置は、例えば終端領域２４上の絶縁層の配置工程で作製可能であり、特に工程を追加する必要はない。

【００６１】

次に、実施の形態に係る半導体装置の評価装置１の動作手順について説明する。複数の評価用プローブ１０を有する場合、半導体装置５の電気的特性の評価前に、評価用プローブ１０のコンタクト部１１の平行度が揃えられる。温度検出用プローブ７は、先に半導体装置５の表面への接触が可能となるように、温度検出用プローブ７の先端部が、半導体装置５の電気的特性の評価前、正確に言えば半導体装置５にプローブを接触させる前の状態で、評価用プローブ１０の先端部よりも下方に位置するように配置される。半導体装置５の設置面がチャックステージ３上に接触するように、半導体装置５はチャックステージ３上に載置される。半導体装置５は、例えば複数の半導体チップが形成された半導体ウエハまたは、半導体チップそのものが考えられるが、これに限るものではなく、真空吸着等によって固定される半導体装置であればよい。

【００６２】

半導体装置５のチャックステージ３上への固定後、まず、制御部４は、温度検出用プローブ７を半導体装置５の表面と接触させ、半導体装置５の表面温度を検出し、所望の評価温度かどうかの確認を行う。所望の評価温度に至っていれば、制御部４は、評価用プローブ１０を接続パッド１８に接触させる。その後、制御部４は、所望の電気的特性に関する評価を実施するが、同時に、半導体装置５の表面温度の検出を継続する。これは、評価時の半導体装置５の正確な温度を検出するためであり、通電時の発熱による温度上昇、およびその後の冷却まで把握するためである。ここで、制御部４は、評価用プローブ１０を介して半導体装置５の電気的特性を評価する評価部に相当する。

【００６３】

なお、制御部４は、検出した温度が予め設定した値を越えたとき、つまり、異常な発熱、破壊現象、または部分放電等が発生したと判断したときは電気的特性の評価途中であっても、半導体装置５の電気的特性の評価を中止し、その評価を実施していた半導体装置５の位置を記憶する。これは、部分放電の発生した半導体装置５を、その後の工程から除去するためである。

【００６４】

次に、実施の形態に係る温度検出用プローブ７、半導体装置の評価装置１および半導体装置の評価方法の効果について説明する。

【００６５】

実施の形態に係る温度検出用プローブ７では、バレル部１４によってバネ部材１７を介してプランジャ部１２を半導体装置５側に押し込むことでプランジャ部１２と半導体装置５との接触を確実なものとし、測温部で半導体装置５の温度を検出する。したがって、半導体装置５の電気的特性を評価する際に、半導体装置５の温度を精度よく検出することができる。

【００６６】

また、温度検出用プローブ７は、バネ部材１７を介してプランジャ部１２を半導体装置５側に押圧する構成のため、カンチレバー方式の場合よりも半導体装置５から温度検出用プローブ７が接続される絶縁板１６までの距離を離すことができ、気中放電を抑制できる。

【００６７】

測温部は、プランジャ部１２の先端部の内部に配置されるため、測温部の外部環境からの保護を向上させることができる。

【００６８】

プランジャ部１２における半導体装置５と接触する箇所に保護部２０が配置されるため、測温部を保護することができる。これにより、測温部の長寿命化を図ることが可能となる。

【００６９】

保護部２０は、測温部の少なくとも一部を覆う、熱伝導性を有する絶縁材料で構成されるため、半導体装置５の温度の検出精度を低下させることなく、容易に測温部を保護することができる。

【００７０】

測温部は熱電対１９で構成されるため、温度検出用プローブ７の小型化を容易に図ることができるとともに、プランジャ部１２の内部への設置も容易に行うことができる。これにより、温度検出用プローブ７の歩留りの向上を図ることが可能となる。

【００７１】

実施の形態の変形例１では、図６に示すように、測温部は、プランジャ部１２の先端部の外部に配置されるため、半導体装置５と測温部をさらに近接することができ、半導体装置５の温度の検出精度が向上する。

【００７２】

実施の形態の変形例２では、図７に示すように、保護部である測温部設置部３３ａは、測温部と半導体装置５との間に介在させる、熱伝導性を有する板材料で構成される。したがって、半導体装置５の温度の検出精度を低下させることなく、容易に測温部を保護することができる。

【００７３】

実施の形態の変形例３では、図９に示すように、測温部は、プランジャ部１２を構成する第１電極軸３６と第２電極軸３７との間に配置され、プランジャ部１２における半導体装置５と接触する箇所に保護部２０が配置されるため、測温部の設置と交換が容易となる。

【００７４】

図７と図９に示すように、実施の形態の変形例２，３では、測温部は白金抵抗体またはサーミスタ３０で構成される場合は、表面実装型の抵抗体を利用することで温度検出用プローブ７の小型化を容易に図ることができる。

【００７５】

実施の形態に係る半導体装置の評価装置１は、温度検出用プローブ７と、半導体装置５を固定するためのチャックステージ３と、スプリング方式の評価用プローブ１０と、評価用プローブ１０を介して半導体装置５の電気的特性を評価する制御部４とを備える。したがって、半導体装置５の電気的特性を評価する際に、半導体装置５の温度を精度よく検出することができる。

【００７６】

また、温度検出用プローブ７は、バネ部材１７を介してプランジャ部１２を半導体装置５側に押圧する構成のため、カンチレバー方式の場合よりも半導体装置５から温度検出用プローブ７が接続される絶縁板１６までの距離を離すことができ、気中放電を抑制できる。

【００７７】

半導体装置５の電気的特性の評価中に半導体装置５に生じた温度上昇から、簡易に部分放電の発生を検出することが可能であり、部分放電の発生を検出後、評価を即時に中止することで評価用プローブ１０、温度検出用プローブ７および接続パッド等の破損を抑制できる。また、評価時に部分放電の発生した半導体装置５を特定することができ、その後の工程からその半導体装置５を排除することができる。これにより、評価後の部分放電発生の確認が不要となり、工程の短縮が可能となる。

【００７８】

温度検出用プローブ７の先端部は、半導体装置５の電気的特性の評価前の状態で、評価用プローブ１０の先端部よりも下方に位置するため、温度検出用プローブ７のみ前もって半導体装置５に接触させることができる。半導体装置５の表面温度の確認後に電気的特性の評価を行うことで、複数のプローブ接触による半導体装置５の温度が変化することを抑制できる。

【００７９】

図１０に示すように、温度検出用プローブ７は、半導体装置５における活性領域２３であるエミッタ電極２６の中央部と接触可能に配置されるため、半導体装置５の活性領域２３の温度を検出することができる。当該温度が電気的特性の評価時における半導体装置５の温度であると仮定され、半導体装置５の温度の代表値として取り扱われることで、温度検出用プローブ７の配置数を減らすことができ、低コスト化を図ることが可能となる。

【００８０】

図１１に示すように、温度検出用プローブ７が、半導体装置５の周縁部である終端領域２４と接触可能に配置されるため、半導体装置５の終端領域２４にて多発する放電などの破壊現象を検出することができる。

【００８１】

図１２に示すように、温度検出用プローブ７が、半導体装置５の活性領域２３および終端領域２４と接触可能に配置されるため、半導体装置５の活性領域２３および終端領域２４の温度を検出することで、半導体装置５の表面の温度を偏りなく検出することができる。また、半導体装置５における部分的な破壊時の温度異常も検出することができる。

【００８２】

なお、本実施の形態では、評価用プローブ１０および温度検出用プローブ７を同一の絶縁板１６に配置する構成としたがこれに限るものではなく、互いに異なる絶縁板に配置する構成でもよい。この場合、各プローブ７，１０を、半導体装置５に対して個別に接触または非接触させることが可能となり、半導体装置５に対する押圧量を個別に調整できるため、半導体装置５に対して過度な負荷がかかることを抑制できる。これにより、半導体装置５の破損を抑制できる。

【００８３】

制御部４は、温度検出用プローブ７によって検出された半導体装置５の温度に基づいて、評価用プローブ１０および評価部による半導体装置５の電気的特性の評価を制御するため、半導体装置５の温度の異常を検出後、評価終了前であっても評価を中止させることができる。これにより、評価用プローブ１０、温度検出用プローブ７および接続パッド等の破損を抑制できる。

【００８４】

実施の形態に係る半導体装置の評価方法は、評価用プローブ１０および制御部４を用いて半導体装置５の電気的特性を評価する工程（ａ）と、温度検出用プローブ７を用いて、工程（ａ）による評価前および工程（ａ）による評価時における半導体装置５の表面の温度を検出する工程（ｂ）とを備えるため、半導体装置５の表面の温度を簡易に精度よく検出することができる。また、上記と同様に気中放電を抑制できる。

【００８５】

半導体装置の評価方法は、工程（ｂ）で検出された半導体装置５の表面の温度に基づいて、工程（ａ）による半導体装置５の電気的特性の評価を中止する工程（ｃ）をさらに備えるため、半導体装置５の温度の異常を検出後、評価終了前であっても評価を中止させることができる。これにより、評価用プローブ１０、温度検出用プローブ７および接続パッド等の破損を抑制できる。

【００８６】

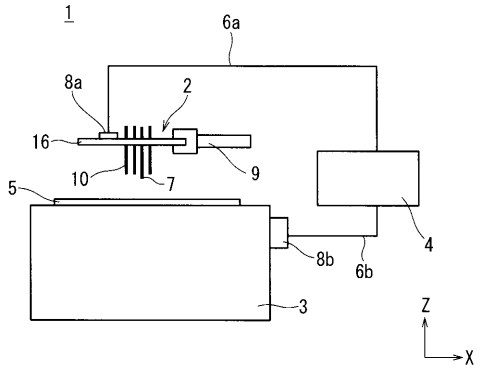
なお、本発明は、その発明の範囲内において、実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

【符号の説明】

【００８７】

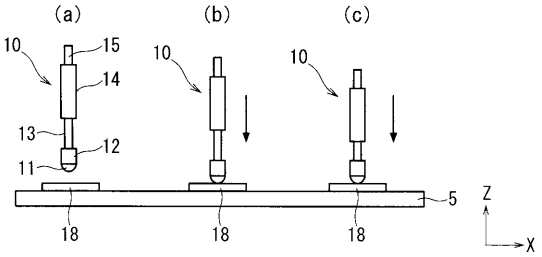
１　評価装置、３　チャックステージ、４　制御部、５　半導体装置、７　温度検出用プローブ、１０　評価用プローブ、１２　プランジャ部、１４　バレル部、１６　絶縁板、１７　バネ部材、１９　熱電対、２０　保護部、３０　サーミスタ、３３ａ　測温部設置部、３６　第１電極軸、３７　第２電極軸。

【図１】



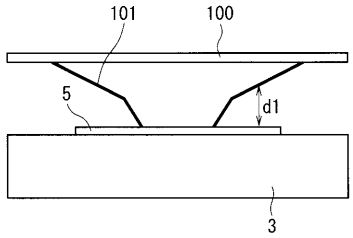
1:評価装置
3:チャックステージ
4:制御部
5:半導体装置
7:温度検出用プローブ
10:評価用プローブ
16:絶縁板

【図２】

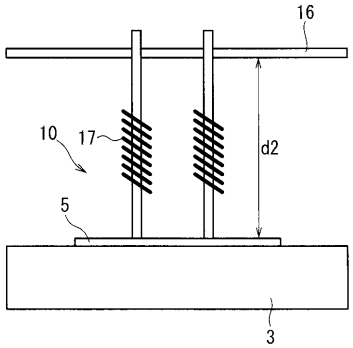


【図３】

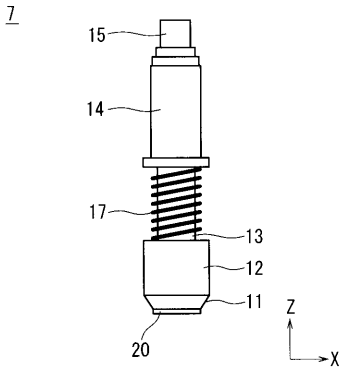
（ａ）



（ｂ）

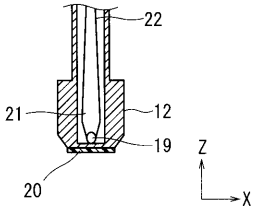


【図４】



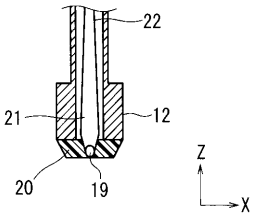
12:プランジャ部
14:バレル部
17:バネ部材
20:保護部

【図５】

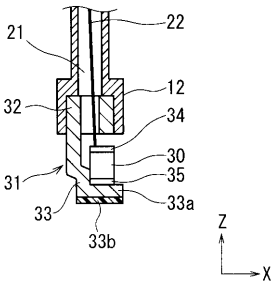


19:熱電対

【図６】

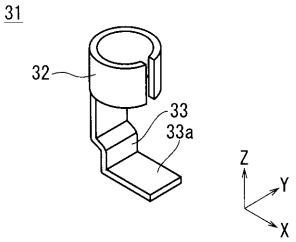


【図７】

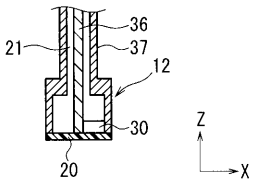


30:サーミスタ
33a:測温部設置部

【図８】

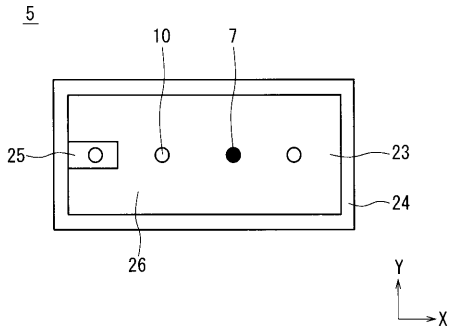


【図９】

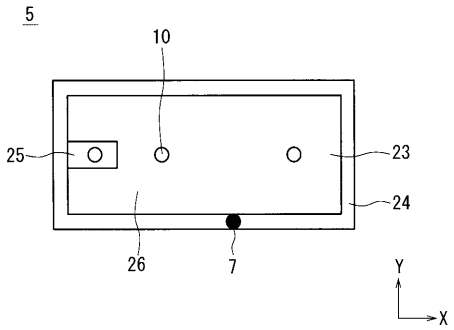


36：第1電極軸
37：第2電極軸

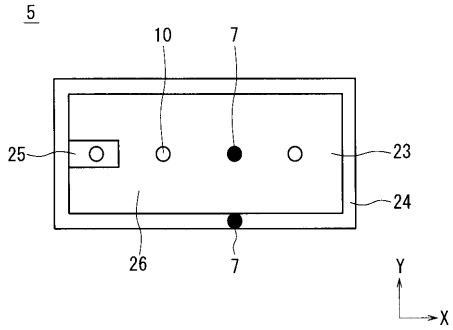
【図１０】



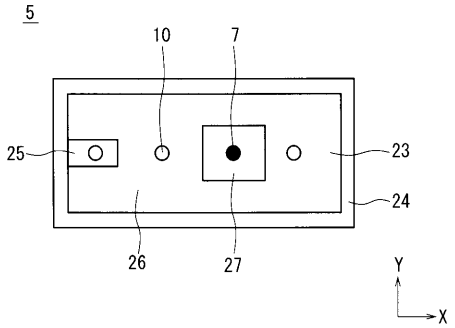
【図１１】



【図１２】



【図１３】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	ＦＩ	テーマコード（参考）
	Ｈ０１Ｌ　21/66	Ｔ

(72)発明者　岡田　章
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　秋山　肇
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　上野　和起
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内

Ｆターム(参考) 2F056 CA01 CA14 CA15 KC01 KC04 KC06 KC08 KC11 KC12 QF01
QF02 QF03 QF07 QF08
4M106 AA01 AA02 BA01 DD03 DD09 DH15 DJ39