

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第4604554号  
(P4604554)

(45) 発行日 平成23年1月5日 (2011.1.5)

(24) 登録日 平成22年10月15日 (2010.10.15)

(51) Int.Cl.	F I
GO 1 R 31/00 (2006.01)	GO 1 R 31/00
GO 1 N 1/28 (2006.01)	GO 1 N 1/28 F
GO 1 R 31/28 (2006.01)	GO 1 R 31/28 K
HO 1 L 21/66 (2006.01)	HO 1 L 21/66 B

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-155475 (P2004-155475)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成16年5月26日 (2004.5.26)		株式会社日立製作所
(62) 分割の表示	特願平10-326328の分割		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
原出願日	平成10年11月17日 (1998.11.17)	(74) 代理人	100100310
(65) 公開番号	特開2004-251915 (P2004-251915A)		弁理士 井上 学
(43) 公開日	平成16年9月9日 (2004.9.9)	(72) 発明者	土井 泰徳
審査請求日	平成17年10月11日 (2005.10.11)		東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所
			所中央研究所内
		(72) 発明者	梅村 馨
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所
			所中央研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プローブ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

試料に荷電粒子ビームを照射して微小試料を切り出し、当該切り出された微小試料をプローブで摘出するプローブ装置において、  
前記プローブの状態またはノ及び前記試料の状態を表示する第一画面領域と、  
前記プローブの操作を指定する手段を有する第二画面領域とを有する表示部と、  
前記プローブの操作を指定する手段を介して前記プローブの操作を指示する入力手段とを備え、  
前記入力手段の入力に基づいて前記プローブを動作させる制御手段とを備え、  
前記表示部は前記試料の所望領域の表示状態を指定する手段を有し、  
前記入力手段は前記試料の所望領域の表示状態を指定する手段を介して前記表示状態を指示し、当該入力手段の入力に基づいて前記試料の所望領域の表示状態を制御する手段を備えることを特徴とするプローブ装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のプローブ装置において、  
前記第一画面領域に前記試料の所望領域を表示することを特徴とするプローブ装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のプローブ装置において、  
前記表示部は前記試料の所望領域の表示状態を指定する手段を有する第三画面領域を備え

前記入力手段は前記試料の所望領域の表示状態を指定する手段を介して前記表示状態を指示し、当該入力手段の入力に基づいて前記試料の所望領域の表示状態を制御する手段を備えることを特徴とするプローブ装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のプローブ装置において、

前記プローブの状態は前記プローブの移動状態及び前記微小試料を摘出した後の移動状態を含むことを特徴とするプローブ装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のプローブ装置において、

前記荷電粒子ビームはイオンビームであることを特徴とするプローブ装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プローブを装備した装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

プローブを用いたウエハチップ上の動作試験や不良解析において、プローブを所望の位置へ簡単に移動できるような機能を持つことは、スループットの向上、およびユーザの操作負担を軽減する上で、きわめて重要となる。特に大型の試料では解析面積も増加するので、ますます重要となる。

20

【0003】

従来、プローブを所望の位置へ移動させるには、解析装置の試料ステージへ試料をセットしたのち、解析領域を画像化して表示するディスプレイを観察しながら、まず試料とプローブ先端を解析領域へ移動して焦点を合わせた後、領域内でおおよそその所望位置へ手でプローブを移動させ、その後、画像の倍率を上げて、さらに所望位置へ近づくようにプローブを移動させる。この画像の倍率を上げる操作と所望位置へ近づく操作を繰り返して、最終的に目標位置へ到達させる。

ウエハチップ上の動作試験や不良解析では、 $\mu\text{m}$ 単位の精度が必要で、この精度を満たすアクチュエータとして、ピエゾ素子などが用いられ、その中でも動作範囲が比較的大きくとれるバイモルフ素子を使用する場合がある。

30

【0004】

ところで、近年ではウエハが大径化しているため、プローブを用いたウエハチップの動作試験装置や不良解析装置も大径化に対応したものが必要となっているが、従来の装置ではこの大径化に十分対応していない。そこで、大径ウエハの解析では、装置に導入できる大きさにウエハを割断してから解析を行っている。しかし、わずかな不良部分の解析のためにウエハを割断するのは、非常に不経済である。

【0005】

そこで考案されたのが、特願平9 - 196213の「試料作製方法および装置」である。この装置のプローブを駆動するアクチュエータにも、バイモルフ素子が採用されている。その他、プローブ装置の具体例としては、半導体集積回路の電気特性を計測する四探針計測装置があり、また別のプローブ装置の従来例として特開平9 - 326425号公報「不良検査方法および装置」が開示されている。これらのプローブ装置においては、プローブを所望の位置に移動させ、試料の所望の位置に接触させる等の動作は、光学顕微鏡で試料とプローブを観察しながらプローブに連結した機械的機構を駆動するためのツマミなどを人手で調整したり、プローブにつながったプローブ駆動制御回路の出力調整用のツマミを調整していた。

40

【0006】

【特許文献 1】特開平9 - 326425号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【 0 0 0 7 】

プローブの移動手段がピエゾ素子等の非線形アクチュエータの場合、移動量によって移動速度が異なり、また、それに加えてバイモルフ素子は一片を固定した状態で、固定した一片を中心に、反対側の一片が円弧を描くように動作するので、手動で所望の位置に移動させる操作は時間と熟練を要するという問題がある。

## 【 0 0 0 8 】

前述の四探針計測装置や上記特開平9-326425号公報における方法では、プローブ操作は機械的機構や電気回路を介して操作者の人手によって行なわれるため、作業の効率や正確性は操作者の器用さに大きく影響を受ける。また、操作者が多くの試料の同じ場所を計測したり、多くの同じ微粉末を移動させるなど、集中力と時間を要する作業を繰り返し行なうことは、操作者に精神的、体力的苦痛を与え、ひいては作業結果の信頼性が損なわれるなどの問題を伴う。

10

## 【 0 0 0 9 】

さらに、ユーザはあらかじめ装置の操作手順を十分に習得し、かつ前述の熟練作業に慣れていないと、容易にはプローブ装置を操作することができないという問題がある。

## 【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、上記問題点に鑑み、プローブ先端を目的に応じて所望の位置に移動させたり接触させるなどの神経を要する作業を、人手の器用さや熟練度に影響されずに容易に行なえる手段を提供することにある。特に本発明は、透過型電子顕微鏡、走査型透過電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡など、電子顕微鏡内でプローブを所望の位置に移動させたり、所望の動作をさせたりするのに好適なプローブ装置を提供することにある。

20

## 【 0 0 1 1 】

また、本発明は、本プローブ装置を操作するユーザが、あらかじめ装置の操作手順や知識を習得することなしに、プローブ操作を行える機能を付することを目的とするものである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 2 】

上記本発明の目的を達成するために、本発明においては以下のような装置構成とする。  
(1) 荷電粒子ビームの照射光学系と、前記荷電粒子ビームの照射によって試料から発生する二次粒子を検出する二次粒子検出器と、前記試料を載置する試料ステージと、前記試料に必要に応じて接触できるプローブと、前記プローブを移動させるプローブ制御部とを少なくとも有し、必要に応じてプローブに所望の動きをさせるための情報を示すプローブ情報画面を表示する表示部を有するプローブ装置を基本とし、プローブ情報画面は、前記試料および前記プローブを表示し、また、前記表示部に前記プローブを移動させるためのプローブ操作画面領域を表示し、さらに前記プローブ操作画面領域の操作信号により、前記プローブ制御部を介して前記プローブを移動させる機能を設ける構成とし、前記プローブの前記プローブ情報画面内に表示された前記プローブ先端部の現在位置と、前記プローブ先端部の移動目標位置を前記プローブ情報画面内でそれぞれ指定する操作を行なうことにより、前記プローブ先端部の現在位置から前記移動目標位置までの移動量を計算し、前記移動量だけ前記プローブ制御部を動作させて、前記プローブを前記移動目標位置に移動させる機能を設ける。

30

40

(2) 上記(1)の装置において、前記プローブ情報画面内に表示された前記プローブ先端部の現在位置と、前記プローブ先端部の移動目標位置を前記プローブ情報画面内でそれぞれ指定する操作を行なうことにより、各々異なるシンボルで表示するプローブ装置とする。

(3) 上記(1)または(2)の手段を持つプローブ装置において、前記プローブ先端部の現在位置もしくは前記移動目標位置のうちの少なくともいずれかを前記プローブ情報画面内で指定する操作を、マウス、トラックボール、タッチペン等のポインティングデバイスにより前記プローブ情報画面内で実行することを有するプローブ装置とする。

(4) 上記(1)ないし(3)の手段を持つプローブ装置において、上記プローブ情報画

50

面は、少なくとも上記二次粒子検出器からの信号を二次粒子像として表示する二次粒子像画面領域を表示するようにする。

(5) 上記(1)ないし(4)において、のプローブ情報画面は、少なくとも二次粒子検出器からの信号から表示した二次粒子像の拡大縮小、シフト、回転などを行なう二次粒子像操作領域を有する構成とし、上記プローブ操作画面領域が、少なくとも上記プローブの移動速度を指示する速度指示部、上記プローブの移動速度を変える変速指示部を有するか、またはプローブの現状の移動速度を指示する速度指示部または上記プローブの移動速度を変える変速指示部のうちの少なくともいずれかを有するか、または上記二次粒子像画面領域における二次粒子像の像倍率または上記二次粒子像に対応する上記試料の縦横の実寸法情報を示す寸法表示部のうちの少なくともいずれかを有するか、または上記二次粒子像画面領域における二次粒子像の像倍率を切り換えるための倍率切り換え部を有するか、または上記プローブ操作画面領域は、上記プローブと上記試料との接触を示す接触表示部を有している。

10

(6) 上記(1)ないし(5)において、荷電粒子ビームが特に集束電子ビームであって、上記二次粒子像が二次電子像であるプローブ装置、または上記プローブは上記試料の少なくとも一部に電位を与える電位供給源であるプローブ装置、または上記荷電粒子ビームが集束イオンビーム(FIB)であって、さらに上記荷電粒子ビームの照射領域にデポジション膜を形成するデポジション用ガス供給源を有し、上記プローブは上記試料を上記プローブに付着させて移動させる操作もしくは上記試料の一部を分離した摘出試料を別の部材に移動させる操作の少なくともいずれかの操作を行なう移送手段の一部であるプローブ装置、特に、上記別の部材が上記試料ステージと透過型電子顕微鏡、走査型透過電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡に搭載可能な形状の試料ホルダであるプローブ装置とする。

20

(7) 上記(1)ないし(6)のプローブ装置において、上記プローブは複数本有し、かつ、上記プローブ情報画面は上記プローブの各々を独立に操作するための各プローブに対応する上記プローブ情報画面を有するプローブ装置、特に、上記プローブ情報画面は、二次粒子像画面領域と、二次粒子像操作領域と、上記複数本のプローブの各々に対応するプローブ操作画面領域を有するか、または、上記プローブ情報画面は、二次粒子像画面領域と、二次粒子像操作領域と、上記複数本のプローブの各々に対応するプローブ操作画面領域を有し、上記二次粒子像画面領域で、制御すべきプローブを指示することで上記プローブに対応するプローブ操作画面領域が活性化する画面であるか、または、上記二次粒子像画面領域は、二次粒子像画面領域内の複数本のプローブに対してそれぞれ区別する識別子が記された画面であるプローブ装置とする。

30

(8) 上記(1)ないし(7)のプローブ装置において、上記表示部に順次操作手順を示し、前記プローブ装置を操作するユーザが前記操作手順に従って操作を行える機能を有するプローブ装置とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0013】

本発明によれば、プローブの移動状態をモニタする画像とプローブの移動操作を行うためのプローブ操作画面領域を持った表示部、およびプローブ操作画面領域の信号によりプローブを移動させるためのプローブ制御部を設け、さらに、プローブが表示された画像において、ユーザがプローブの移動目標点と現在のプローブ点を指定することで、プローブの移動目標点と現プローブ点の各々の座標から移動量を計算して、プローブを移動目標点へ移動させる機能を持ったことで、ユーザがプローブを所望の位置へ簡単に移動させることができる。

40

#### 【0014】

本発明によるプローブ装置を用いることで、神経を要したり人手の器用さや熟練度にあまり影響されることなく、走査型電子顕微鏡や集束イオンビーム顕微鏡などの装置内の尖鋭化したプローブを、任意の位置に移動させたり試料に接触させるなどのプローブ操作を容易に行うことができる。

#### 【0015】

50

また、上記表示部内に、装置の操作手順を順次表示する操作手順指示部を設けたことで、ユーザが表示された指示に従って順次操作することで、ユーザがあらかじめ装置の操作手順や知識を習得することなしにプローブ操作を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明によるプローブ装置の実施の形態は、荷電粒子ビームの照射光学系と、上記荷電粒子ビームの照射によって試料から発生する二次粒子を検出する二次粒子検出器と、上記試料を載置する試料ステージと、上記試料の一部の所望の位置に移動可能なプローブと、上記プローブを移動させるプローブ制御部とを少なくとも有するプローブ装置であって、上記プローブを制御するために必要な画像もしくは操作部を有する画面を表示する表示部を有する構成とする。

10

(実施例1)

図1は本発明によるプローブ装置を応用した試料作製装置の一例を示す概略構成図である。この試料作製装置は、半導体チップや薄片試料、断面試料などの試料から所望の領域から $\mu\text{m}$ レベルの微小試料を摘出したり、基板上に点在する微小試料を選択して取り上げて、TEMや各種分析装置の試料ホルダに移設して、TEM観察や分析など解析に適する試料形状に加工する装置である。

【0017】

試料作製装置は、半導体チップや薄片試料や断面試料などの試料2の加工や観察をするFIB照射光学系3、このFIB照射によって照射部から放出する二次電子や二次イオンを検出する二次粒子検出器4、FIB照射領域にデポジション膜を形成するための材料ガスを供給するデポジションガス源5、試料2を載置する試料ステージ6、試料2の一部を摘出して形成した微小試料や基板上に点在する微小試料を固定する試料ホルダ7、試料ステージ6上であって試料ホルダ7を保持する固定具8、微小試料を試料ホルダ7に移し変えるアクチュエータ9などを少なくとも有した構成である。さらに、試料ステージ6の位置を制御するためのステージ制御部10、アクチュエータ9を試料ステージ6と独立に駆動するためのプローブ制御部11、二次粒子検出器制御部12、デポジションガス源制御部13、FIB照射光学系2のFIB制御部14なども含む。この他、ステージ制御部10、プローブ制御部11、FIB制御部14、などを制御する計算処理部15は、さらにはSIM画像情報やTEMからの画像情報の記憶や処理もできる。また、試料ホルダ7や試料2やアクチュエータ9などを表示するディスプレイ16も有している。

20

30

【0018】

FIB照射光学系3は、液体金属イオン源や電界電離ガスイオン源から放出したイオンをビーム制限アパチャ、集束レンズ、対物レンズなどから構成され、直径10数nmから数 $\mu\text{m}$ のFIB17を形成する。FIB17を偏向器により試料2上で走査させ、走査形状に対応した $\mu\text{m}$ からサブ $\mu\text{m}$ レベルの加工ができる。ここでの加工とは、スパッタリングによる凹部や、FIBアシストデポジションによる凸部、もしくは、それらを組み合わせて試料形状を変形させる操作を指す。

【0019】

デポジションガス源5は、ガスを先端のノズル19から有機金属ガスなどを試料に噴射しつつFIB走査することで走査領域にガス成分のデポジション膜を形成することができる。このデポジション膜は試料の表面保護や、移送手段9の先端にあるプローブ18と試料2を接続したり、微小試料を試料ホルダ7に固定するための接着剤の役割を果たす。

40

【0020】

微小試料のアクチュエータ9はXYZ3軸に動く粗動機構と微動機構から構成され、長ストロークで必要に応じて高分解能で移動でき、これらはプローブ制御部11によって動作する。先端には微小試料と直接接触するプローブ18が設置されていて、試料2の所望の箇所にサブ $\mu\text{m}$ レベルの正確さで接触して、微小試料を摘出したり点在する微小試料を接着して移動させることができる。同様に、接着した微小試料を試料ホルダ7に正確に固定できる。なお、微小試料の摘出の仕方についての詳細な説明は、特願平9-263185号「試料作製

50

装置および方法」に記載されている。

【0021】

ディスプレイ16はSIM像の表示や、SIM像の拡大や縮小、移動、回転などをさせるためのSIM像操作や、アクチュエータ9の先端にあるプローブ18の移動速度の変更、所望場所への接触、FIB走査範囲外への退避などの操作をするための画面を表示でき、ディスプレイ16上に表示されたプローブに対して移動先の位置やプローブ移動速度の変更、試料ホルダの選択などを指定することができる。各操作の指示に当たっては、計算処理機に付属したマウスやジョイスティックなどのポインティングデバイス（図示せず）によって行なえる。

【0022】

このように本発明によれば、プローブをディスプレイ上で操作できるため、FIB照射光学系や試料ステージの操作とともにディスプレイ画面上のマルチウインドウを選択することで実行できる。このことは、試料作製装置を遠隔操作できることを意味し、試料作製装置をクリーンルーム内に設置し、操作者はクリーンルーム外の居室でディスプレイを見ながら試料作製することができる。

【0023】

このような試料作製装置1によって、ウェーハなど元の試料を切断することなく一部分を摘出したり、点在する微小試料から注目する微小試料のみを選択して各種解析に適した試料片に加工することができるため、半導体デバイスの不良部の解析などに非常に有効である。

【0024】

なお、この試料作製装置に関連する装置として、ウェーハなど元の試料を切断することなく上記試料の一部分を分離する方法について、特開平5-52721号公報「試料の分離方法及びこの分離方法で得た分離試料の分析方法」が開示されている。

【0025】

次に、図1に示した装置で、プローブ18を所望の位置へ移動させるための装置の構成例を図2に示す。この装置の動作は、(A)試料ステージ6に試料2を載置して位置決め、(B)試料2の微小部分の周辺を、照射光学系3から出力されるイオンビームで一部を残して切断、(C)プローブ18を微小部分へ接触、(D)デポジション用ガス供給源5より供給されるデポジション用ガスでプローブ18と微小部分を接着、(E)上記(B)で残した部分をイオンビームで完全に切断、(F)微小部分が接着されたプローブ18を試料ホルダ7へ移動および接触、(G)プローブ18と微小部分が接着されたところをイオンビームで切り離して、試料ホルダ7上に微小部分を載置、(H)試料ホルダ7を本装置から取り出して、微小部分を解析する装置へ導入、となる。

【0026】

上記動作のうち、プローブ18の移動を行うために、プローブ制御部11、オペボックス21、パーソナルコンピュータ27、ディスプレイ16を設ける。なお、パーソナルコンピュータ27は、図1の計算処理部15の役割の一部であるプローブ制御部11の制御を司る。また、プローブ18と試料2の微小部分の接触検出、および微小部分が接着されたプローブ18の試料ホルダ7への接触検出を行うための接触検出部20を設ける。なお、本例では、オペボックス21とプローブ制御部11の組み合わせでは、オペボックス21の操作による完全手動とし、パーソナルコンピュータ27、ディスプレイ16とプローブ制御部11の組み合わせでは、専用ソフトウェアによる複合動作とした。

【0027】

パーソナルコンピュータ27には、あらかじめこの装置の上記動作を行わせるソフトウェアをインストールしておく。このソフトウェアを起動させると、ディスプレイ16にこの装置を動作させるための表示が現れる。ディスプレイ16の詳細表示内容は後述するが、ここでは概要を説明する。まず、上記動作をモニタするために、二次粒子を二次粒子検出器4にて検出し、検出された信号を二次電子検出器制御部12で画像信号に変換し、この信号を画像入力ボード22を介して二次粒子像として表示する。また、二次粒子像と別にプローブ操作画面領域、および操作手順指示部を表示し、これをマウス25やキーボード26で操作す

10

20

30

40

50

ることで、操作信号をデジタル出力ボード23とプローブ制御部11を介して、アクチュエータ9を動作させ、アクチュエータ9に取り付けられたプローブ18を移動させる機能も持つ。なお、デジタル入力ボード24は、プローブ18の移動状態をプローブ制御部11を介して読み取るもので、読み取った内容により前述のプローブ操作画面領域と操作手順指示部の表示を変更する。

#### 【0028】

図3はディスプレイ16の表示内容を示す。30は二次粒子検出器4の信号を画像化した二次粒子像である。ここに、プローブ18と試料2の状態が表示される。二次粒子像の表示領域は画像領域距離入力欄31で設定する。この実施例では、二次粒子像30の縦、および横の距離である。32はプローブ18を試料2の所望の位置へ移動させるためのプローブ操作画面領域である。この例では、プローブ18をX、Y、Zそれぞれの+/-方向へ移動させるためのジョグボタン321を設けた。ジョグボタン321を図2のマウス25でクリックすることにより、プローブ18が移動する。33は前記(A)~(H)に示した動作手順に沿って、操作手順内容を示す操作手順指示部である。プローブ操作画面領域32の操作でも前記(A)~(H)の動作手順は実現できるが、そのためには、あらかじめこの装置を操作するユーザが(A)~(H)の動作手順を知っておく必要がある。操作手順指示部33では、ユーザが表示された指示に従って操作手順指示部内に表示されたボタンをマウス25でクリックしていけば、前記(A)~(H)の動作手順が可能となる。このように、ユーザが操作手順指示部に表示された指示に従って操作していくことで、装置の操作を行えるところに特徴がある。

#### 【0029】

図4は、前記(A)~(H)に述べた動作手順の一部の表示内容を示したものであり、X-Y軸上でプローブ18を試料2の所望の位置へ移動させる手順を示した。

#### 【0030】

まず、同図(a)の指示でユーザがプローブ18の移動目標位置をマウス25でダブルクリックして、操作手順指示部内のOKボタンをクリックすると、同図(b)の表示に移り、ダブルクリックした位置に移動目標点40を表示する。次に、上記(b)の指示でユーザがプローブ18の位置をマウス25でダブルクリックして、操作手順指示部内のOKボタンをクリックすると、同図(c)の表示に移り、ダブルクリックした位置にプローブ点41を表示する。ここで、移動目標点40およびプローブ点41をマウス等のポインティングデバイスで指定したところに特徴がある。

さらに、プローブ点41は、移動目標点40の表示と区別できるような表示を行うところに特徴がある。同じ表示であると、特にプローブ点と移動目標点の位置が接近していた時にわかりにくいからである。区別できる例としては、移動目標点40が緑色の丸印の表示ならば、プローブ点41は赤色の丸印で表示する等である。

#### 【0031】

次に、上記(c)の指示でユーザが操作手順指示部内のOKボタンをクリックすると、同図(d)の表示に移る。ここで、ソフトウェアでは移動目標点40の座標とプローブ点41の座標から、プローブ18の移動量を計算し、この移動量だけプローブ18を移動させるところに特徴がある。移動量の計算は、二次粒子像30の解像度をpドット×pドット、画像領域距離入力欄31で設定した二次粒子像の表示領域をqμm、アクチュエータ9やその他駆動系の定数をK、移動目標点40の座標を(x1, y1)、プローブ点41の座標を(x2, y2)とすると、X軸方向は $K \times q \times (x1 - x2) / p$ 、Y軸方向は $K \times q \times (y1 - y2) / p$ となる。この式で求めた移動量だけ、デジタル出力ボード23を介してプローブ制御部11に移動信号を出力する。

#### 【0032】

プローブ制御部11では、移動信号を元にアクチュエータ9の動力信号を生成してアクチュエータ9を動作させ、アクチュエータ9に取り付けられたプローブ18が移動する。また、プローブ制御部11はプローブ18の移動終了を検出し、検出信号をデジタル入力ボード24へ出力する。ソフトウェアはこの検出信号を受けて、プローブ18の停止信号をデジタル出力ボード23を介してプローブ制御部11に出力、プローブ18を停止させて同図(e)の表示に移る。上記(e)では、ユーザにプローブ18停止の通知と、再度確認する意味で移動終了

後のプローブ点をダブルクリックしてもらうよう、要請している。ユーザがここでプローブ点をダブルクリックすると、ソフトウェアでは移動目標点40の座標とプローブ点の座標から、プローブ18の移動目標点40からのずれを計算し、あらかじめ設定しておく移動誤差範囲42の中に入っていれば、プローブ18のX-Y軸上での移動は完了となる。

(実施例2)

本実施例は本発明によるプローブ装置に関わる回路検査装置である。回路検査装置は複数本の尖鋭化したプローブを独立に駆動させ、半導体デバイスなどの配線に接触させ、プローブ間の電気的特性を計測してデバイス電気回路の良不良を計測する装置である。試料やプローブは電子ビーム照射による二次電子像によって観察する。この装置のプローブを動作させる手段として前記実施例1に示したプローブ装置を用いた。

10

【0033】

図5は本発明による回路検査装置の概略構成図である。本回路検査装置は、集束電子ビーム照射光学系101、集束電子ビーム102の照射によって試料103から発生する二次電子を検出する二次電子検出器104と、試料103を載置する試料ステージ105と、試料103に必要な応じて接触できるプローブ106と、プローブ106をXYZ方向に移動させるプローブ駆動部107と、プローブ106を制御するために必要な画像もしくは操作部を表示するプローブ情報画面を表示するディスプレイ108等から構成され、さらには、集束電子ビーム照射光学系102や二次電子検出器104やプローブ駆動部107A、107Bを制御するための計算処理部109を有する。また、本実施例の場合、プローブ106およびプローブ駆動部107は独立して2組が設置され(ここではプローブ106A、プローブ106Bとする)、それぞれ独立に駆動して、試料103の所望の位置に接触させることができる。

20

【0034】

ディスプレイ108にはプローブ106に所望の動作をさせるためのプローブ情報画面が表示でき、このプローブ情報画面は二次電子検出器104からの試料103やプローブ106の表面形態の二次電子像を表示する二次電子像画面領域と、二次電子像の少なくとも拡大縮小やシフト、回転を行なう二次電子像操作画面領域と、プローブ106の3次元方向の移動を指示するプローブ操作画面領域とから構成されている。特に本実施例の場合、プローブは2本あるため、それぞれのプローブに対応したプローブ情報画面がマルチウィンドウ形式で表示され、注目するプローブに対応するプローブ操作画面をプローブ操作画面領域で選択するか、二次電子像画面領域で注目するプローブを指定することで、対応するプローブ操作画面領域が活性化して、各種の指示を与えることができる。

30

【0035】

この時、二次電子像画面上のプローブ像には各々を区別するための識別子113が付されている。識別子113の例としては数字やアルファベットで、対応するプローブ操作画面に対応する記号もしくは符号が表示され、プローブ18が移動しても、それに伴って識別子113も移動して離れないため、注目するプローブを動作させる時には間違いなくプローブの制御を切り換えることができる。

【0036】

プローブ106A、プローブ106Bは共にXY軸方向(回路面内方向)とZ方向(回路面に垂直な方向)に圧電素子を用いて微動できる。プローブ106は試料ステージ105を含む真空容器である試料室110内にあり、測定すべき半導体デバイスなどは試料室110内に設置できる。

40

【0037】

ここでの測定例を簡単に説明する。図6はプローブ106A、プローブ106Bによって回路を検査する様子を説明するための図である。回路面上のパッド112A、112Bはある回路の途中に設けられたもので、1 $\mu$ m平方の大きさで、両パッドの間隔は2 $\mu$ mである。回路が正常ならば両パッド間は導通状態になり予め定めた抵抗値となる。そこで、パッド112A、112Bにそれぞれプローブ106A、プローブ106Bを接触させて導通状態を測定する。

【0038】

回路検査に際しては、回路面111を二次電子像画面で拡大して観察しながら、同一視野内にプローブ106A、106Bが入るようにプローブ操作画面で制御する。二次電子像画面が高

50



倍率であると、両プローブ106A、106Bを画面内に移動させるのに時間がかかるので、二次電子像操作画面で低倍率に設定して両プローブ106A、106Bが画面内に入るように移動させ、順次倍率を高めるとともに、プローブ106A、106Bも移動させることで、容易にプローブ106A、106Bをパッド112A、112Bの直上に移動させることができる。

【0039】

それぞれのパッドとプローブ先端部が重なった状態で一方のプローブ106Aをパッド112Aに近づけて接触させる。ここで、プローブ駆動系はプローブと試料の接触検知手段を有していて、接触を感知すればプローブ移動を停止すると共にプローブ操作画面のプローブ接触表示を明示する。他方のプローブ106Bをパッド112Bに接触させる。

【0040】

この状態で注目する回路の導通を計測できる。導通の計測に当たっては、プローブ操作画面領域にある測定ボタンを押すことで、両プローブ間の電流電圧特性を計測でき、計測された電流電圧特性が表示される。

【0041】

このような構成によって、ディスプレイ108の画面上で、二次電子像を表示すること、二次電子像を操作する（つまり、集束電子ビーム照射系を制御する）こと、プローブの移動操作して所望の位置に正確に接触させること、プローブ間の電気特性を計測することなどを実行できる。

【0042】

この基本構成に従ってプローブの数をさらに増やして、例えばプローブが4本の場合も同様で、各々のプローブを独立に制御する駆動部を設け、ディスプレイ上でのプローブ操作画面で所望のプローブを選択し、所望の方向に移動するように指示をすればよく、本発明によるプローブ装置の本質には全く問題を生じない。

【0043】

また、本実施例では荷電粒子ビームとして集束電子ビームを用いたが、集束電子ビーム照射光学系102の代わりに集束イオンビーム照射光学系を用いることで、回路面の不用な配線を断線させたり、断線した配線を結合させたりしながら、回路の電気特性を計測することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の一実施例の試料作成装置の構成を示す斜視図。

【図2】プローブを所望の位置へ移動させる手段の構成例を示すブロック図。

【図3】ディスプレイ表示の内容の一例を示す図。

【図4】ディスプレイ表示の中でプローブを所望の位置に移動させる手順の説明図。

【図5】本発明の実施例による回路検査装置の概略構成を示す斜視図。

【図6】本発明の実施例による回路検査の状況を説明するための模式図。

【符号の説明】

【0045】

2...試料、3...FIB照射光学系、4...二次粒子検出器、5...デポジションガス源、6...試料ステージ、7...試料ホルダ、8...固定具、9...アクチュエータ、10...ステージ制御部、11...プローブ制御部、12...二次粒子検出器制御部、13...デポジションガス源制御部、14...FIB制御部、15...計算処理部、16...ディスプレイ、17...FIB、18...プローブ、19...ノズル、20...接触検出部、21...オペボックス、22...画像入力ボード、23...デジタル出力ボード、24...デジタル入力ボード、25...マウス、26...キーボード、27...パーソナルコンピュータ、30...二次粒子像、31...画像領域距離入力欄、32...プローブ操作画面領域、33...操作手順指示部、40...移動目標点、41...プローブ点、42...移動誤差範囲、102...集束電子ビーム照射光学系、103...試料、104...二次電子検出器、105...試料ステージ、106...プローブ、106A...プローブA、106B...プローブB、107...プローブ駆動部、108...ディスプレイ、109...計算処理部、110...試料室、111...回路面、112...パッド、112A...パッドA、112B...パッドB。

10

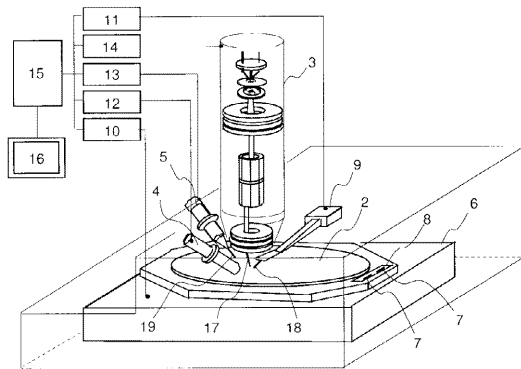
20

30

40

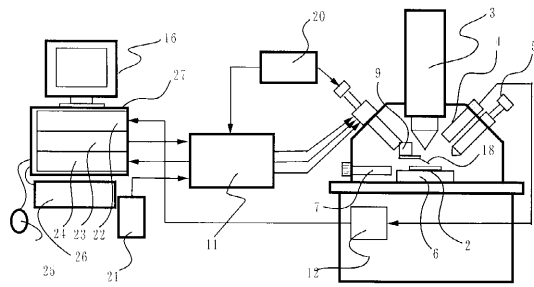
【図 1】

図 1



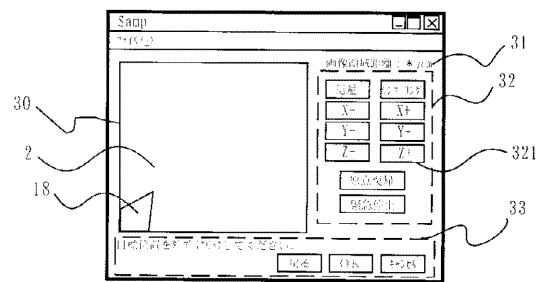
【図 2】

図 2



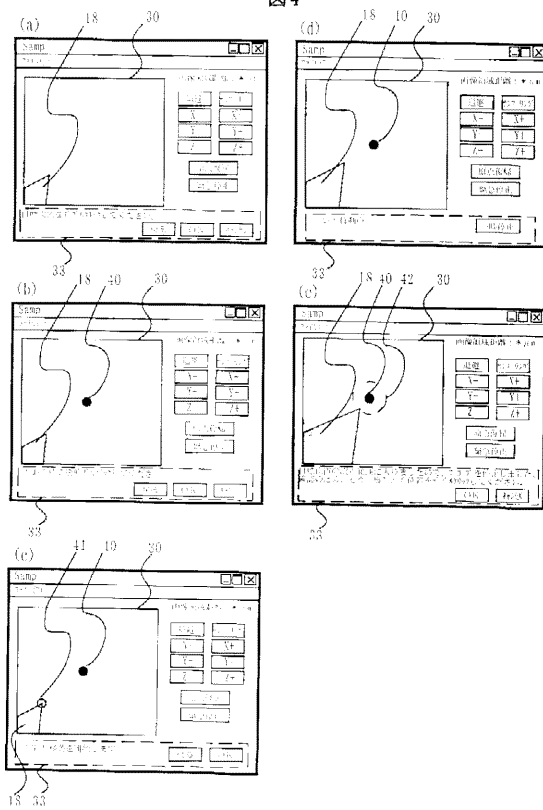
【図 3】

図 3



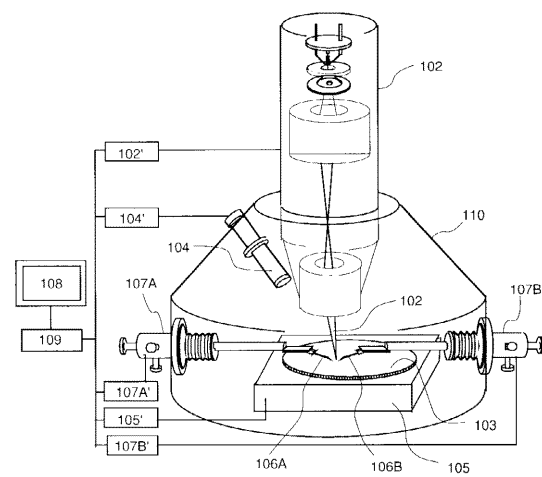
【図 4】

図 4



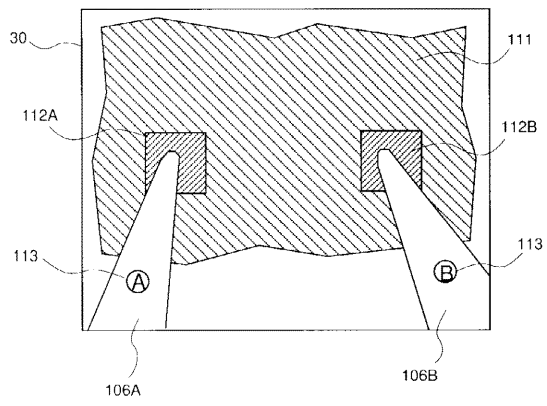
【図 5】

図 5



【図6】

図6



---

フロントページの続き

(72)発明者 富松 聡

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
内

株式会社日立製作所中央研究所

(72)発明者 松島 勝

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
内

株式会社日立製作所中央研究所

審査官 藤原 伸二

(56)参考文献 特開平05-052721(JP,A)

特開平06-003417(JP,A)

特開平06-249920(JP,A)

特開平09-097585(JP,A)

特開平09-326425(JP,A)

特開平07-209380(JP,A)

特開平05-080853(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/28 - 31/302

G01N 1/28

H01L 21/66

G01R 31/00