

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4842533号  
(P4842533)

(45) 発行日 平成23年12月21日(2011.12.21)

(24) 登録日 平成23年10月14日(2011.10.14)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 R 31/302 (2006.01)** GO 1 R 31/28 L  
**HO 1 L 21/66 (2006.01)** HO 1 L 21/66 B

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2004-311865 (P2004-311865)	(73) 特許権者	501387839
(22) 出願日	平成16年10月27日(2004.10.27)		株式会社日立ハイテクノロジーズ
(65) 公開番号	特開2006-125909 (P2006-125909A)		東京都港区西新橋一丁目24番14号
(43) 公開日	平成18年5月18日(2006.5.18)	(74) 代理人	100074631
審査請求日	平成19年1月19日(2007.1.19)		弁理士 高田 幸彦
		(72) 発明者	齋藤 勉
			茨城県ひたちなか市大字市毛882番地
			株式会社 日立ハイ
			テクノロジーズ 那珂事業所内
		(72) 発明者	山田 理
			茨城県ひたちなか市大字市毛1040番地
			株式会社 日立サイ
			エンスシステムズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 不良検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

荷電粒子源と、該荷電粒子線を照射する手段と、前記荷電粒子線の照射点を試料上で移動させるイメージシフト手段と、前記試料に照射された該荷電粒子線に起因して発生する二次的な荷電粒子線を検出して前記試料の画像を取得する手段と、前記画像を表示する表示手段と、前記試料の情報を格納した記憶手段と、前記取得画像を前記表示手段に表示するための画像処理を行なう画像処理手段と、前記記憶手段と前記画像処理手段とを接続する通信手段を備えた電子光学系装置と、該試料を載置する試料ステージと、該試料ステージを内蔵する試料室と、前記試料室に接続され、前記試料を一時貯留する試料交換室と、該試料交換室と前記試料室の間で前記試料を搬送する搬送手段と、前記試料へ接触させて電気特性測定を行なう複数のプローブを備えたプローブホルダと、該プローブホルダを移動させる複数のプローブユニットと、前記試料室に接続され、前記プローブホルダを一時貯留するプローブホルダ交換室と該プローブホルダ交換室と前記試料室の間で前記プローブホルダを搬送する搬送手段と、前記試料及び前記プローブユニットを試料及びプローブホルダの交換可能位置まで搬送する為のベースステージを備えた不良検査装置であって、

前記画像処理手段が、前記表示手段のプローブ表示画面領域のプローブ表示画面に前記試料及びプローブを表示するプローブ画像処理手段を有し、

前記プローブ画像処理手段が、前記複数のプローブからプローブが選択されて、画面表示の指示をするアイコンが配置されたプローブ選択画面領域を備えて、前記試料及び前記複数のプローブを表示し、

前記表示手段が、前記プローブ表示画面の同一画面上に、選択されたプローブ及び非選択のプローブの双方を表示し、かつ選択されたプローブに、画面上で操作可能なプローブであることを示す選択プローブ表示を表示し、

前記プローブ表示画面上で、プローブ選択・表示信号がプローブを選択及び表示させ、該プローブ選択・表示信号が該プローブを駆動するプローブ駆動手段を有することを特徴とする不良検査装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、画面上で操作可能なプローブであることを示す選択プローブ表示を近接表示することを特徴とする不良検査装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、画面上で操作可能なプローブであることを示す選択プローブ表示を当該プローブ上に視覚的あるいは色表示することで表示することを特徴とする不良検査装置。

【請求項 4】

請求項 1 において、前記ベースステージ上に前記試料ステージと前記プローブホルダおよび該プローブホルダを移動させる前記プローブ駆動手段とを載置し、試料とプローブの両者を独立的にも一体的にも移動可能としたことを特徴とする不良検査装置。

【請求項 5】

請求項 1 において、試料情報画像処理手段によって形成された試料情報画像を前記プローブ表示画面に表示し、前記プローブ表示画面に前記試料が半導体デバイスであるときの半導体デバイスのプラグ群と前記試料情報画像とを重ねて表示することを特徴とする不良検査装置。

【請求項 6】

請求項 1 において、前記プローブユニットの持つ座標軸ごとに各座標の原点位置まで退避する手段と、前記プローブユニットの持つ全座標点の原点位置まで退避する手段と、を持ち、それらの手段を動作させるスイッチを前記表示画面上に表示させることを特徴とする不良検査装置。

【請求項 7】

請求項 1 において、前記プローブ表示画面に表示された前記選択されたプローブを回転表示する表示ローテーション手段を有することを特徴とする不良検査装置。

【請求項 8】

請求項 1 において、前記プローブ表示画面に、前記選択プローブ表示が表示されたことで選択されたプローブについてのプローブ先端部の現在位置と、前記試料の移動目標位置とを前記プローブ表示画面内でそれぞれ指定する操作が行われることにより、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駆動手段を動作させて、前記プローブを前記移動目標位置に移動させる演算処理手段を有すること

を特徴とする不良検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子素子の電気的特性を微細な探針（プローブ）を用いて計測する不良検査装置、特に荷電粒子線装置を用い、プローブを電子素子に直接接触させることにより電気特性を測定する不良検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体チップ上に形成された微細な電子回路の電気的欠陥を検出するための検査装置として、従来、電子ビームテストすなわち EB テスタ、プローバ装置等の検査装置が知られている。EB テスタとは、被測定点に電子ビームを照射し、測定点より発生する 2 次電子放出量が測定点の電圧値によって変化することを利用して、LSI の電気的不良箇所を検

10

20

30

40

50

出する装置である。また、プローバ装置とは、LSIの特性測定用パッドの位置に合わせて配置された複数の探針、あるいはメカニカルプローブを測定パッドやプラグに触針させて、LSIの電気特性を測定する装置である。これらEBテスタやプローバ装置においては、装置オペレータが、配線の光学顕微鏡像やSEM像等の画像を見ながら、プローブの触針位置をマニュアル作業で確認している。

【0003】

近年、LSI等の半導体素子上に形成される回路パターンは複雑化し、プローブを最適なプロービング位置へ短時間で移動することが困難になりつつある。そこで、プロービングの際に、装置オペレータが参照する半導体素子上の実画像に合わせて、半導体素子の配線レイアウトを表示して、プロービングを行う際に要する時間を短縮する技術があり、CADナビゲーションと呼ばれている。

10

【0004】

上記SEM像の観察は、一次電子線を試料上で走査して、半導体の微細なパターン試料の走査像を得る走査電子顕微鏡が用いられている。微細なパターン試料を観察する目的の装置では、一次電子線の照射領域あるいは観察視野を試料上の観測点に正確に移動させるために、一次電子線を電氣的に偏向して、数 $\mu\text{m}$ ~10 $\mu\text{m}$ 程度の範囲で電氣的に2段の偏向器で観察視野を移動するイメージシフト機能を有している。

【0005】

特許文献1には、プローブに所望の働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しており、前記表示部の前記プローブ情報画面に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有し、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こと、更には複数のプローブの内1つを選択する機能を有するプローブ装置が記載されている。

20

【0006】

特許文献2は、真空容器と、該真空容器に探針と該探針移動機構と、試料を載置する試料台と、荷電粒子源と、該荷電粒子源からのビームを照射する照射手段と、試料からの荷電粒子を検出する検出器と、該探針と試料間、または該探針間に電圧印加をする手段と、試料の電気特性を測定する手段を有する不良検査装置を記載している。

30

【0007】

特許文献3には、集積回路検査物に電気試験信号を与えるプローブステーションが記載されている。

【0008】

【特許文献1】特開2000-147070号公報

【特許文献2】特開平9-326425号公報

【特許文献3】特表2002-523784号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

近年、LSI等の半導体素子上に形成される回路パターンは複雑化し、半導体ウェハ上に形成される配線パターンと、プローブ先端を触針する際の位置決め精度は現在ではナノメートルオーダーである。このような高い精度の触針を自動化することは現在の技術では困難であり、プローブの触針動作はマニュアル操作で実行せざるを得ない。不良検査の際に必要なプローブの数も、半導体素子上の回路動作を再現させる為に増えてきている。このために、プローブを用いた不良検査装置の操作性は、より複雑になり、プローブを最適なプロービング位置へ短時間で移動することが困難になりつつある。また、近年の

50

半導体の進展はめざましく、新製品の開発スピードが求められており、生産の歩留まり向上のため、不良検査にもスピード向上が求められている。このため、プローブ触針動作の際の装置ユーザの負担が増えている。これは、プローブの増加は、装置ユーザが触針を行う際に、プローブ確認用画面の倍率を切替える作業が増え、その都度画面の視野内に収まるようにプローブを移動しなければならないからである。このため、装置ユーザはあらかじめ装置の操作手順を十分に習得しないと、用意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。そこで、装置ユーザの負担を低減するために、プローブの触針に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扱える装置が考えられているが、従来の装置は必ずしも十分な装置構成を有しているとは言えなかった。本発明は、本不良検査装置を操作するユーザが、試料上の目標へプローブを触針する際に必要とする動作環境、及び機能をプローブの操作画面領域に表示することにより、操作するユーザは、プローブの操作画面領域のみ操作することで容易に且つ短時間でプローブを操作でき、また、試料、およびプローブの安全面も考慮して操作を行え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】

【0010】

本発明は、荷電粒子源と、該荷電粒子線を照射する手段と、前記荷電粒子線の照射点を試料上で移動させるイメージシフト手段と、前記試料に照射された該荷電粒子線に起因して発生する二次的な荷電粒子線を検出して前記試料の画像を取得する手段と、前記画像を表示する表示手段と、前記試料の情報を格納した記憶手段と、前記取得画像を前記表示手段に表示するための画像処理を行う画像処理手段と、前記記憶手段と前記画像処理手段とを接続する通信手段を備えた電子光学系装置と、該試料を載置する試料ステージと、該試料ステージを内蔵する試料室と、前記試料室に接続され、前記試料を一時貯留する試料交換室と、該試料交換室と前記試料室の間で前記試料を搬送する搬送手段と、前記試料へ接触させて電気特性測定を行う複数のプローブを備えたプローブホルダと、該プローブホルダを移動させる複数のプローブユニットと、前記試料室に接続され、前記プローブホルダを一時貯留するプローブホルダ交換室と該プローブホルダ交換室と前記試料室の間で前記プローブホルダを搬送する搬送手段と、前記試料及び前記プローブユニットを試料及びプローブホルダの交換可能位置まで搬送する為のベースステージを備えた不良検査装置であって、

前記複数のプローブを前記表示手段に表示するプローブ画像処理手段を有し、

前記表示手段に表示した前記複数のプローブの内、操作のなされるプローブを選択する手段を有し、該プローブを選択する手段、選択されたプローブが操作可能なプローブであることおよび非選択状態のプローブであることを同時に表示する手段を有する不良検査装置を提供する。

【0011】

また、前記ベースステージ上に前記試料ステージと前記プローブホルダおよび該プローブホルダを移動させるプローブ駆動手段とを載置し、試料とプローブの両者を独立的にも一体的にも移動可能とした不良検査装置を提供する。

【0012】

本発明は、半導体ウェハー上に形成された微細な回路配線パターンを備えた試料の電気特性を測定するための複数のプローブを有する装置に関し、必要に応じてプローブに所望の動作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不良検査装置を基本とし、プローブ情報画面は、試料及びプローブを表示し、また、プローブを移動させるためのプローブ操作画面領域および荷電粒子線を制御するための荷電粒子線操作画面領域を表示し、さらにプローブ操作画面領域の操作信号により、プローブ制御部を介してプローブを移動させる機能を設ける構成とし、制御可能状態のプローブをプローブ情報画面上に形状的に表示する手段と、前記プローブ表示がローテーション機能による表示画面の回転に追従する手段と、電子光学系の表示倍率の変動に伴い、前記プローブ表示の形状が表示倍率倍に拡大縮小する手段を有し、制御可能なプローブがプローブ情報画面上に表示されていない状態でも、視覚的にプローブの大きさ、およびプローブ情報画面上への

10

20

30

40

50

進入方向が判断できる機能を設ける。

【発明の効果】

【0013】

本発明は、上述のように構成されており、試料上の目標へプローブを触針する際に必要とする動作環境、及び機能をプローブの操作画面領域に表示することにより、操作するユーザは、プローブの操作画面領域のみ操作することで容易に且つ短時間でプローブを操作でき、また、試料、およびプローブの安全面も考慮して操作を行える不良検査装置が提供される。

【0014】

本発明により、プローブと荷電粒子線装置とを組み合わせた不良検査装置において、ユーザ利便性が飛躍的に向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本実施例の不良検査装置は、荷電粒子源と、該荷電粒子線を照射する手段と、前記荷電粒子線の照射点を試料上で移動させるイメージシフト手段と、前記試料に照射された該荷電粒子線に起因して発生する二次的な荷電粒子線を検出して前記試料の画像を取得する手段と、前記画像を表示する表示手段と、前記画像の任意箇所を指定するための入力手段と、前記試料の情報を格納した記憶手段と、前記取得画像を前記表示手段に表示するための画像処理を行う画像処理手段と、前記記憶手段と前記画像処理手段とを接続する通信手段を備えた電子光学系装置と、該試料を載置する試料ステージと、該試料ステージを内蔵する試料室と、前記試料室に接続され、前記試料を一時貯留する試料交換室と、該試料交換室と前記試料室の間で前記試料を搬送する搬送手段と、前記試料へ接触させて電気特性測定を行う複数のプローブを備えたプローブホルダと、該プローブホルダを移動させる複数のプローブユニットと、前記試料室に接続され、前記プローブホルダを一時貯留するプローブホルダ交換室と、該プローブホルダ交換室と前記試料室の間で前記プローブホルダを搬送する搬送手段と、前記試料及び前記プローブユニットを試料及びプローブホルダの交換可能位置まで搬送する為のベースステージを備える。

【0016】

そして、当該不良検査手段は、複数のプローブを前記表示手段に表示するプローブ画像処理手段、試料の情報を画像として前記表示手段に表示する試料情報画像処理手段を備える。

【0017】

また、当該不良検査手段は、前記表示手段に表示した前記複数のプローブの内、操作のなされるプローブを選択する手段を有し、該プローブを選択する手段、選択されたプローブが操作可能なプローブであることおよび非選択状態のプローブであることを同時に表示する手段を有する。

【0018】

また、当該不良検査手段は、前記画像処理手段によって取得した画像を、そして前記プローブ画像処理手段によって前記複数のプローブ画像を前記表示手段に同時に表示し、前記プローブを選択する手段によって前記複数のプローブの内、前記取得した画像に対して近接離操作のなされるプローブが選択されるようにしている。

【0019】

また、当該不良検査装置は、試料の情報を画像として前記表示手段に表示する試料情報画像処理手段を有し、試料情報画像と、前記プローブ画像処理手段によって前記複数のプローブ画像を前記表示手段に同時に表示し、前記プローブを選択する手段によって、前記複数のプローブの内、前記試料情報画像に対して近接離操作のなされるプローブが選択されるようにしている。

【0020】

また、当該不良検査装置は、前記表示手段に前記取得画像と前記試料情報画像とを重ねて表示することを行う。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 1 】

また、当該不良検査装置は、前記表示手段に表示された前記複数のプローブおよび選択されたプローブであることの表示を回転表示する表示ローテーション手段を有する。

## 【実施例】

## 【 0 0 2 2 】

以下、図面を用いて実施形態について説明する。図 1 には不良検査装置の構成例を示す。

## 【 0 0 2 3 】

1 0 1 は S E M 電子光学系要素であり、一次電子線 1 0 3 を試料上で照射かつ走査するための照射光学系を形成する。よって、本実施例の電子銃 1 0 1 は、電子ビームを発生する電子源やビームを走査するための偏向装置、電子ビームを収束するためのレンズ等、S E M に必要な構成要件を全て含んだ系を意味する。1 0 2 は真空チャンバ隔壁であり、この隔壁 1 0 2 により大気圧の領域と真空領域が隔てられている。S E M 電子光学系要素 1 0 1 の動作、例えば電子源の電子ビーム引出し電圧や偏向装置、レンズへの電流などは、電子光学系制御装置 1 1 6 により制御される。

10

## 【 0 0 2 4 】

一次電子線 1 0 3 の照射により被検査試料（試料）1 1 8 より発生した二次電子線 1 0 5 は、二次電子検出器 1 0 4 により検出される。二次電子検出器は、実際に電子を検出するセンサ部分は真空チャンバ隔壁 1 0 2 内に配置されているが、電源接続用の配線等が接続される根本の部分は、隔壁の外に突き出ている。1 0 6 は、被検査試料の所定領域に触針されるメカニカルプローブ（プローブ）であり、プローブホルダであるアタッチメント 1 0 7 によって保持されている。1 0 8 は、プローブ用アタッチメント 1 0 7 を所望の位置に移動するためのプローブ駆動手段であり、メカニカルプローブ 1 0 6 をプローブ用アタッチメント 1 0 7 ごと所望位置へ移動する。

20

## 【 0 0 2 5 】

実際に不良検査の対象となる試料は試料台 1 0 9 上に保持される。試料台 1 0 9 は、更に試料台駆動手段 1 1 0 に保持されており、試料台 1 0 9 と試料台駆動手段を合わせて試料ステージと称される。試料ステージとプローブ駆動手段 1 0 8 とは、大ステージ 1 1 1 上に形成されており、大ステージ 1 1 1 は、X、Y（面内）、Z（垂直）方向への駆動手段を備えており、試料ステージとプローブ駆動手段 1 0 8 とを一体的に駆動することができる。このように本実施では大ステージ 1 1 1 上に試料ステージとプローブ駆動手段 1 0 8 とを一体形成している。被検査試料 1 1 8 とメカニカルプローブ 1 0 6 の両者を、独立的にも一体的にも移動できるように装置を構成している。大ステージ 1 1 1 は、更に、ベース 1 1 2 上に配置される。

30

## 【 0 0 2 6 】

試料台 1 0 9 およびアタッチメント 1 0 7 は電気特性計測器 1 1 3 に接続されている。電気特性計測器は、主としてメカニカルプローブ 1 0 6 により検出された試料の電流 - 電圧特性を計測して、そこから所望の特性値を算出する、例えば、メカニカルプローブ 1 0 6 の触針箇所の抵抗値や電流値、電圧などである。半導体ウェハの解析の場合には、電気特性計測器 1 1 3 として、例えば半導体パラメータアナライザが用いられている。電気特性計測器 1 1 3 と試料台 1 0 9 が接続されるのは、試料台 1 0 9 の試料載置面には、試料に電流または電圧を印加するための給電プラグが備えられる場合もあるからである。

40

## 【 0 0 2 7 】

電気特性計測器で計測された特性値は、伝送線を介して制御コンピュータ 1 1 4 に伝送される。制御コンピュータ 1 1 4 は、伝送された情報を元に更に高度な分析を行う。例えば、測定値を解析して、測定箇所が不良か正常かの判定を行う。制御コンピュータ 1 1 4 には、光学ディスクやハードディスク、ないしメモリなどの記憶手段が備えられており、測定した電気特性を格納しておくことができる。更にまた、制御コンピュータ 1 1 4 は、不良検査装置全体の動作を制御する役割も果たしている。例えば、電子銃制御器（電子光学制御手段）1 1 6、二次電子検出器 1 0 4、プローブ駆動手段 1 0 8、試料ユニットお

50

よび大ステージ 1 1 1 は、制御コンピュータ 1 1 4 により動作制御される。

【 0 0 2 8 】

そのため、制御用コンピュータは、接続された各構成部品を制御するソフトウェアを格納するためのメモリ 1 1 5 と、装置ユーザが装置の設定パラメータを入力するための入力手段を備える。入力手段とは、例えば、キーボード、操作画面上でポインタを動かすためのマウスなどである。被検査試料の配線レイアウトのデータ（以下、CAD 画像データと称する）は、CAD 用ワークステーション（WS）1 1 7 に格納される。WS 1 1 7 は、配線レイアウトを表示するための画像表示手段を備える。CAD 用 WS 1 1 7 は、制御コンピュータ 1 1 4 に接続されており、必要に応じて CAD 画像データを制御用コンピュータ 1 1 4 に伝送する。1 1 8 は被検査試料である。

10

【 0 0 2 9 】

SEM 制御用 PC 1 1 9 は、SEM の光学条件、倍率、フォーカス、イメージシフト、SEM 画像の明るさ、スキャンスピード、アライメント、画像の記録、ステージ/プローブの移動等を、PC あるいは WS の Graphic User Interface（以下 GUI と称する）操作やコマンド入力により実現する。コントロールパネル 1 2 0 は、SEM 制御用 PC 1 1 9 の機能の一部、メカニカルプローブ 1 0 6、試料ユニットおよび大ステージ 1 1 1 を、つまみやジョイスティック、ボタン等で操作することにより実現する。SEM 制御用 PC 1 1 9 は、ワークステーションを用いても良いのは明らかである。

【 0 0 3 0 】

次に図 2 を用いて、図 1 の不良検査装置の SEM 制御用 PC 1 1 9、すなわち SEM・プローブ・ステージ制御用 PC 1 1 9 に表示される GUI の一例を説明する。SEM・プローブ・ステージ制御用 GUI 2 0 1 は、主に 1 1 個の部分から構成される。SEM 制御 GUI 部 2 0 2 は、SEM 画像/CAD データ表示部 2 0 3 に表示される SEM 像を制御するために、SEM の光学条件の設定、SEM の倍率、フォーカス、イメージシフト、SEM 画像の明るさ、スキャンスピード、アライメント、画像の記録などのアイコンやメニューから構成される。ベースステージ/DUT ステージ/イメージシフト制御選択 GUI 部 2 0 4 は、ベースステージ、DUT ステージ、イメージシフトのいずれかを移動させるための選択用のアイコンと、ベースステージ、DUT ステージ、イメージシフトを移動させないためのロック用のアイコンが配置されている。ベースステージ制御 GUI 部 2 0 5 は、大ステージ 1 1 1 を、中央位置、CCD 観察位置、メカニカルプローブ 1 0 6 の交換位置等に移動させるためのアイコンや、バックラッシュ除去のためのアイコン、座標入力・表示ボックスが配置されている。DUT ステージ/イメージシフト制御 GUI 部 2 0 6 は、移動位置を示すクロスカーソル、矢印アイコン、移動量選択用のコンボボックス、座標入力・表示ボックス、イメージシフト中点に戻すリセットボタン等が配置されている。座標メモリ表示 GUI 部 2 0 7 は、大ステージ座標、試料ステージ座標、イメージシフト座標をメモリ登録するアイコン、登録座標の選択・呼出用のコンボボックス、登録座標表示ボックスが配置されている。プローブ選択 GUI 部 2 0 8 は、駆動したいプローブユニットを選択・非選択および表示・非表示するためのアイコンが配置されている。プローブ退避制御 GUI 2 0 9 は、プローブを全退避させるためのアイコンが配置されている。メカニカルプローブ 1 0 6 を駆動制御するためのプローブ制御 GUI 部 2 1 0 は、プローブの X、Y、Z 駆動をマウス操作するスクロールバーと矢印アイコン、Z 駆動の微調整をマウス操作するスクロールバー、プローブ X、Y、Z を中点に戻すリセットアイコン、プローブ X、Y、Z 微動移動速度選択用のコンボボックス、プローブ X、Y、Z ステップ量選択用のコンボボックス、プローブ X、Y、Z 連続移動速度選択用のコンボボックスが配置されている。プローブ位置表示 GUI 部 2 1 1 は、各プローブの現在位置状態の表示が配置されている。

20

30

40

【 0 0 3 1 】

図 2 では GUI 上にそれぞれの GUI 部が配置されているが、ユーザの観察、操作が容易になるように、入れ替えることも可能である。

【 0 0 3 2 】

50

次に図3を用いて、SEM・プローブ・GUI制御用GUI201に表示されるSEM画像と選択プローブの表示の例について示す。図3(a)の例では、No.1プローブを制御する状態を示している。またSEM, GUIの表示条件として、SEM表示倍率は1万倍、ローテーション角度は0度とし、SEM表示対象に、No.1プローブとNo.2プローブを近づけた状態としている。以上の条件により、SEM表示画面(GUI)301(図2の203に該当)上には、No.1プローブ302, No.2プローブ303, SEM表示対象304, No.1表示GUI部305が表示される。プローブ選択GUI部306の選択ツマミGUI部307はNo.1プローブの位置を示し、倍率表示GUI部308には10k倍、ローテーション表示GUI部309は、ローテーション調節ツマミGUI部310、ローテーション角度表示GUI部311共に0度を示し、No.1表示GUI部305は、プローブ選択手段によってNo.1プローブ302が選択されたプローブであることを示す。これによってNo.1プローブがSEM表示対象(SEM取得画像)304に近接離操作可能、すなわち制御可能なプローブであることを示す。選択されたプローブであることは他の手段、例えば視覚的あるいは色表示によって行うようにしてもよい。

#### 【0033】

次に、図3(b)の例では、図3(a)の状態から、No.2プローブを制御する状態へと切替えた後のGUI301を示している。これによりSEM表示画面上では、No.1表示GUI部305に替わり、No.2プローブ表示GUI部313が表示される。また、プローブ選択GUI部306の選択ツマミGUI部307部は、No.2プローブの位置313を示している。

#### 【0034】

図3(c)の例では、図3(b)の状態から、SEMの表示倍率を5千倍へと切替えた後のGUI301を示している。表示倍率切替えにより、SEM表示画面上は先程までより広域表示となり、No.1プローブ302, No.2プローブ303, No.2プローブ表示GUI部313, SEM表示対象304は、実物の5千倍の表示へと変化する。また、同時に倍率表示GUI部308も5k倍という表示へと変化する。

#### 【0035】

図3(d)の例では、図3(c)の状態から表示ローテーション手段によってさらに時計回り方向へローテーションを90度行った後のGUI301を示している。ローテーション調節ツマミGUI部312を操作し、90度の位置(図中:319)まで移動させると、ローテーション角度表示GUI部の値が変化し、90度(図中:320)を示す。SEM表示画面も矢印(321)の方向に90度回転し、No.1プローブ302, No.2プローブ303, No.2プローブ表示GUI部313, SEM表示対象304も、矢印方向に90度回転した位置に表示される。

#### 【0036】

以上のように、複数のプローブを前記表示手段に表示するプローブ画像処理手段を有し、前記表示手段に表示した前記複数のプローブの内、操作のなされるプローブを選択する手段を有し、該プローブを選択する手段、選択されたプローブが操作可能なプローブであることおよび非選択状態のプローブであることを同時に表示する手段を有する不良検査装置が構成される。

#### 【0037】

図4は、メカニカルプローブ106を駆動制御するためのプローブ制御GUI部401を示している。プローブ制御GUI部401は、プローブをマウス操作によってX, Y, Z方向へ微動させるためのスクロールバー402と同様の矢印アイコン403, 駆動用の圧電素子に加えている電圧量を表示するためのGUI表示部404, ステップ移動させるための矢印アイコン405, 連続移動させるための矢印アイコン406, プローブX, Y, Zを中点に戻すリセットアイコン407, プローブX, Y, Z微動移動速度選択用のコンボボックス408, プローブX, Y, Zステップ量選択用のコンボボックス409, プローブX, Y, Z連続移動速度選択用のコンボボックス410が配置されている。プローブを対象物へ慎重に接触させられるようにするため、Z方向微動スクロールバーはさらに

10

20

30

40

50

もう1つのGUI部411を持ち、このGUIにより、Z微動範囲の任意の場所を拡大表示することが出来るため、詳細な制御が出来るようになっている。

【0038】

図5は、ベースステージ/DUTステージ/イメージシフトの制御を切替えるためのGUI部501を示している。ベースステージ、DUTステージ、イメージシフトのいずれかを移動させるための選択用のアイコン502と、ベースステージ、DUTステージ、イメージシフトを移動させないためのロック用のアイコン503、それから、制御中のベースステージ、DUTステージ、イメージシフトを制御停止させるためのアイコン504が配置されている。

【0039】

図6は、ベースステージを制御するためのGUI部601を示している。ベースステージ制御GUI部には、大ステージ111を、サンプル交換位置、測定位置、CCD観察位置に移動させるためのアイコン602、メカニカルプローブ106の交換位置等に移動させるためのアイコン603や、ベースステージに発生するバックラッシュを除去するためのフィードバック機能をON、OFFするためのアイコン604、ベースステージの座標入力・表示ボックス605が配置されている。

【0040】

図7は、各プローブユニットの現在位置を表示するためのGUI部701を示している。プローブ位置表示GUI部には、各プローブのX方向の現在位置を視覚的に示すGUI部702、Y方向の現在位置を視覚的に示すGUI部703、Z方向の現在位置を視覚的に示すGUI部704、また、各プローブのX方向の現在位置を数値的に示すGUI部705、Y方向の現在位置を数値的に示すGUI部706、Z方向の現在位置を数値的に示すGUI部707が配置されている。

【0041】

図8は、大ステージ座標、DUTステージ座標、イメージシフト座標をメモリ登録し、登録した情報の位置へ移動させるためのGUI部801を示している。大ステージ座標値、DUTステージ座標値、イメージシフト座標値をそれぞれメモリ登録するためのアイコン802、大ステージ座標、DUTステージ座標、イメージシフト座標情報をそれぞれ取捨選択するためのチェックボックス803、登録・呼出した座標情報を表示するGUI部804、登録座標の選択・呼出用のコンボボックス805、呼出した登録座標位置へ大ステージ、DUTステージ、イメージシフトを移動させるためのアイコン806、呼出した登録座標情報を消去するためのアイコン807が配置されている。

【0042】

図9は、半導体デバイスに表面加工を施し電気特性を測定できる状態にしてあるサンプルに対し、CADナビゲーション情報を表示、非表示するためのGUI部を示している。CADナビゲーション情報としては、試料情報画像処理手段によって形成される試料情報画像が使用される。図9(a)は、SEM表示画面301上に、デバイスの複数のプラグ902が選択されたNo.2プラグ303がNo.2プローブ表示GUI部313と共に表示されている。また、CADナビゲーション情報を表示、非表示するためのGUI部903がSEM制御GUI部202に配置されている。

【0043】

図9(b)は、CADナビゲーション情報を表示させた状態を示している。OverlayGUI部904をクリックすると、SEM表示倍率905を考慮したCAD情報によるデバイスのプラグ群906がSEM表示画面301に重ねて表示される。この状態でOverlayGUI部904をもう一度クリックすると、CAD情報によるデバイスのプラグ群906は非表示状態となる。

【0044】

図9(c)は、CADナビゲーション情報をSEM表示像に合わせこむ状態を示している。CAD情報によるデバイスのプラグ群906がSEM表示画面301に重ねて表示されている状態で、FineAdjustGUI部903をクリックすると、デバイス情報とCAD情報

10

20

30

40

50

とのアライメントを取り直し、SEM表示によるデバイスのプラグ群908とCAD情報によるデバイスのプラグ群906がズレを修正して、表示されるようになる。

【0045】

図10は、プローブユニットを退避させるための制御GUI部1001を示している。プローブユニット退避制御GUI部1001には、制御対象とするプローブユニットを選択するためのコンボボックス1002，制御対象となったプローブユニットをX方向へ退避（X方向の原点位置へ移動）させるためのアイコン1003，Y方向へ退避（Y方向の原点位置へ移動）させるためのアイコン1004，Z方向へ退避（Z方向の原点位置へ移動）させるためのアイコン1005，X・Y・Zの全方向へ退避（X・Y・Z方向の各原点位置へ移動）させるためのアイコン1006が配置されている。プローブユニットを選択するためのコンボボックスでは、プローブユニットの全ての組み合わせが選択できる。

10

【0046】

すなわち、不良検査装置は、プローブユニットの持つ座標軸ごとに各座標の原点位置まで退避する手段と、前記プローブユニットの持つ全座標軸の原点位置まで退避する手段と、複数のプローブユニットを同時に全座標軸の原点位置まで退避する機能を持ち、それらの手段を動作させるスイッチを前記表示画面状に表示する。

【0047】

図11では、DUTステージの制御用GUI部1101を示している。DUTステージ制御GUI部には、DUTステージのX・Y方向現在位置を示すクロスカーソル1102，DUTステージをX・Y方向へ移動させるための矢印アイコン1103，X・Y方向への移動量選択用のコンボボックス1104，X・Y・Z方向の座標入力・表示GUI部1105，DUTステージをX・Y方向原点位置に戻すリセットボタン1106，DUTステージのZ方向現在位置を示すGUI部1107，DUTステージをZ方向サンプル測定標準位置まで移動させるためのアイコン1108，DUTステージをZ方向最下位置まで移動させるためのアイコン1109，DUTステージをZ方向へ大移動させるための矢印アイコン1110，Z方向への大移動量選択用のコンボボックス1111，DUTステージをZ方向へ微小移動させるための矢印アイコン1112，Z方向への微小移動量選択用のコンボボックス1113、が配置されている。

20

【0048】

図12は、プローブと目標物との相対距離を測定し、プローブを目標物へ自動で接触させる操作を示している。不良検査装置は、試料情報画像の任意の部位に目標を設定する手段と、該目標に前記選択されたプローブを接触させる手段を有する。また、前記接触に際し、接触前のプローブ先端と前記目標との距離を算出する手段を、算出された距離を前記表示手段に表示させる手段を有する。図12(a)では、SEM表示画面301上に、デバイスの複数のプラグ1202，目標物となるプラグ1203，目標物へ接触させるNo.2プローブ303，プローブを自動接触させるための制御GUI部1205が表示されている。

30

【0049】

図12(b)では、プローブを目標物へ接触させるための情報処理を行っている状態を示している。制御GUI部1205の目標物確認用GUI部1206をクリックすると、SEM表示画面301上にカーソル1207が現れる。このカーソル1207を目標物に接触させたいプローブの先端、それから目標物と2箇所をクリックする。このクリックを行う順序は順不同でも良い。するとクリックした2箇所それぞれSEMのオートフォーカス，オートステイグマ処理を行い、画面上の2点間の距離、およびSEMのワークディスタンスからクリックした2箇所の相対距離をx/y/zの3次元で表現し、SEM表示画面上に相対距離表示GUI部1208に表示したx，y，z方向の距離（Distance）を表示させ、その情報を制御PCメモリ内に格納する。

40

【0050】

図12(c)では、プローブを目標物へ自動接触させる状態を示している。自動プローブ接触用GUI部1209をクリックすると、図12(b)にて得られた情報をもとに、

50

プローブの制御を行い、目標物へプローブを接触1210させる。この際、プローブの接触を確実にを行うために、画像処理技術によって情報の自己修正を行いながら、プローブの接触作業を行ってもよい。

【0051】

以上のように、本実施例の不良検査装置は、取得画像上に制御可能状態であることを示すプローブを表示する手段を有する。

【0052】

また、不良検査装置は、プローブ表示がローテーション機能による表示画面の回転に追従する手段と、前記電子光学系の表示倍率の変動に伴い、前記プローブ表示の形状が表示倍率倍に拡大縮小する手段を有する。

10

【0053】

また、不良検査装置は、プローブユニットの移動手段への指令を前記表示画面上に表示させることができる。

【0054】

また、不良検査装置は、プローブユニットの移動手段における動作範囲を選択する表示画面を前記表示画面上に表示でき、且つ表示を隠せることができる。

【0055】

また、不良検査装置は、プローブユニットの制御状態を切替える切替えスイッチを持ち、前記切替えスイッチを前記表示画面上に表示させることができる。

【0056】

また、不良検査装置は、試料ステージと、前記ベースステージと、前記荷電粒子線の制御状態を切替える切替えスイッチを持ち、前記切替えスイッチを前記表示画面上に表示させることができる。

20

【0057】

また、不良検査装置は、ベースステージの位置決め方法として、前記試料の電気特性測定位置、前記試料交換位置、及び前記プローブホルダ交換位置へそれぞれ移動させる為の選択スイッチを持ち、前記選択スイッチを前記表示画面上に表示させることができる。

【0058】

また、不良検査装置は、表示画面の前記選択スイッチ上に、選択された前記ベースステージの位置及び状態を色別に表示し、前記ベースステージの現在位置及び状態を視覚的に確認できるようにすることができる。

30

【0059】

また、不良検査装置は、複数のプローブユニットの位置を、前記表示画面上に視覚的及び数値的に表示する手段を備える。

【0060】

また、不良検査装置は、試料ステージと、前記ベースステージと、前記荷電粒子線の位置情報を記憶する手段と、前記記憶した情報を前記表示画面上に表示する手段と、前記記憶した情報により、前記試料ステージと、前記ベースステージと、前記荷電粒子線の位置を移動させる選択スイッチを持ち、前記選択スイッチを前記表示画面上に持つ。

【0061】

また、不良検査装置は、表示画面上に、前記取得画像と前記試料情報の双方を表示すること、及び前記表示画像上に、前記取得画像と前記試料情報を重ねて表示することと、前記表示の表示、非表示切替えスイッチを表示させること、前記切替えスイッチを前記表示画面上に表示させることができる。

40

【0062】

また、不良検査装置は、プローブユニットの持つ座標軸ごとに各座標の原点位置まで退避する手段と、前記プローブユニットの持つ全座標軸の原点位置まで退避する手段と、複数のプローブユニットを同時に全座標軸の原点位置まで退避する手段を持ち、それらの手段を動作させるスイッチを前記表示画面上に表示させることができる。

【0063】

50

また、不良検査装置は、試料情報をもとに前記試料ステージを移動させ、前記試料情報上の任意の位置を表示する手段と、それに伴い、前記プローブユニットを移動させ、前記試料情報上の任意の位置にプローブを移動させる手段を備える。

【0064】

また、不良検査装置は、オートフォーカス手段、オートスティグマ手段を用い、前記プローブユニットに取り付けられた前記プローブと、前記試料上の目標物とを自動で接触させる手段を備える。

【0065】

また、不良検査装置は、試料ステージを前記プローブから離れる方向へ退避する機能と、前記試料ステージを微小間隔で移動させ、前記試料を前記プローブへ近づける、もしくは退避させる機能と、前記2機能を動作させるスイッチを前記表示画面上に表示させることができる。

10

【0066】

このように、プローブと荷電粒子線装置を組み合わせた不良検査装置において、複数配置される複雑なプローブの制御用GUIをSEM像表示画面と同じ画面上に持つことを提案される。本発明により、荷電粒子線装置および不良検査装置を制御する際のユーザ利便性が飛躍的に向上する。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】不良検査装置の構成例を示す縦断面図。

20

【図2】不良検査装置SEM制御PCのGUIを示す図。

【図3(a)】不良検査装置SEM制御PCのプローブの表示GUIを示す図。

【図3(b)】不良検査装置SEM制御PCのプローブの表示GUIを示す図。

【図3(c)】不良検査装置SEM制御PCのプローブの表示GUIを示す図。

【図3(d)】不良検査装置SEM制御PCのプローブの表示GUIを示す図。

【図4】不良検査装置SEM制御PCのプローブ制御GUIを示す図。

【図5】不良検査装置SEM制御PCのプローブ・ステージ切替えのGUIを示す図。

【図6】不良検査装置SEM制御PCのベースステージ制御GUIを示す図。

【図7】不良検査装置SEM制御PCのプローブ位置表示GUIを示す図。

【図8】不良検査装置SEM制御PCの位置情報記憶GUIを示す図。

30

【図9(a)】不良検査装置SEM制御PCのCADナビゲーション機能GUIを示す図。

【図9(b)】不良検査装置SEM制御PCのCADナビゲーション機能GUIを示す図。

【図9(c)】不良検査装置SEM制御PCのCADナビゲーション機能GUIを示す図。

【図10】不良検査装置SEM制御PCのプローブユニット退避GUIを示す図。

【図11】不良検査装置SEM制御PCの試料ステージ制御GUIを示す図。

【図12(a)】不良検査装置SEM制御PCのプローブ自動接触制御GUIを示す図。

【図12(b)】不良検査装置SEM制御PCのプローブ自動接触制御GUIを示す図。

40

【図12(c)】不良検査装置SEM制御PCのプローブ自動接触制御GUIを示す図。

【符号の説明】

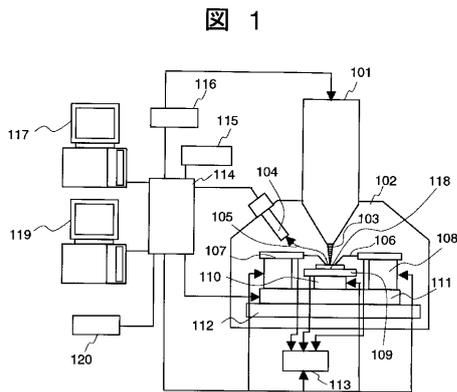
【0068】

100...SEM電子光学系要素、101...電子銃、102...真空チャンバ隔壁、103...一次電子線、104...二次電子検出器、105...二次電子線、106...メカニカルプローブ、107...プローブ用アタッチメント、108...プローブ駆動手段、109...試料台、110...試料台駆動手段、111...大ステージ、112...ベース、113...電気特性計測器、114...制御コンピュータ、115...メモリ、116...電子銃制御器(電子光学系制御手段)、117...CAD用ワークステーション(WS)、118...被検査試料、119...SEM制御用PC、120...コントロールパネル、202...SEM制御GUI部、2

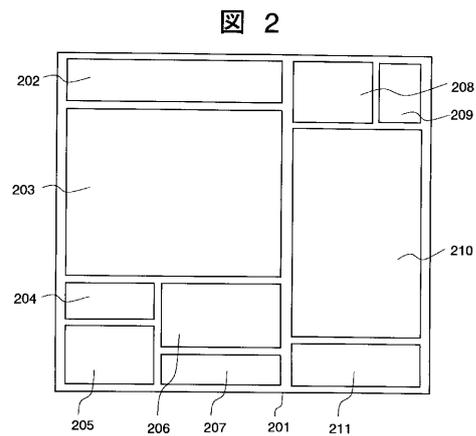
50

03...SEM画像/CADデータ表示部、301...SEM表示画面(図2の203に相当)、302...No.1プローブ、303...No.2プローブ、304...SEM表示対象、305...No.1表示GUI部、306...プローブ選択GUI部、307...選択ツマミGUI部、308...倍率表示GUI部、309...ローテーション表示GUI部、310...ローテーション調節ツマミGUI部、311...ローテーション角度表示GUI部。

【図1】

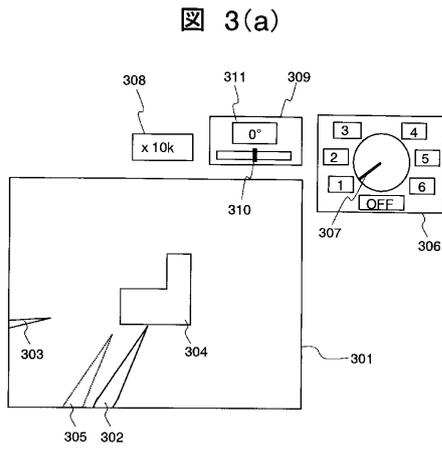


【図2】

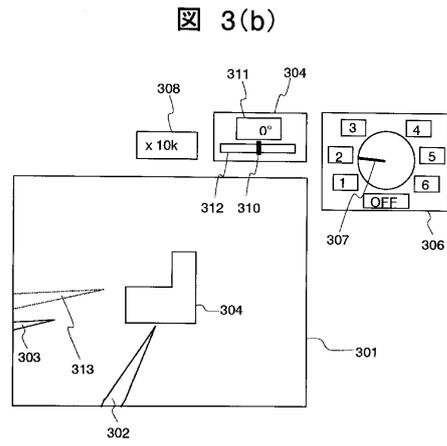


- 201:装置制御 GUI
- 202:SEM制御 GUI 部
- 203:SEM/CADデータ表示部
- 204:ベースステージ/DUTステージ  
イメージソフト制御選択 GUI 部
- 205:ベースステージ制御 GUI 部
- 206:DUTステージイメージソフト制御 GUI 部
- 207:座標メモリ表示 GUI 部
- 208:プローブ選択 GUI 部
- 209:プローブ回避制御 GUI 部
- 210:プローブ制御 GUI 部
- 211:プローブ現在位置表示 GUI 部

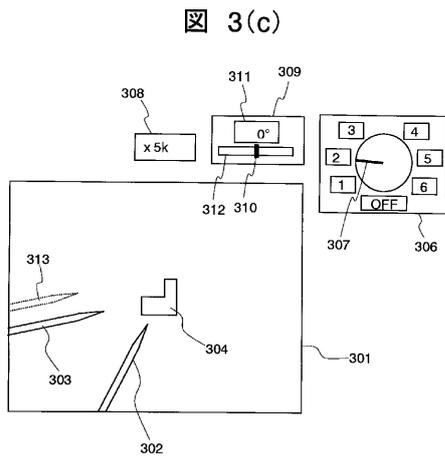
【図3(a)】



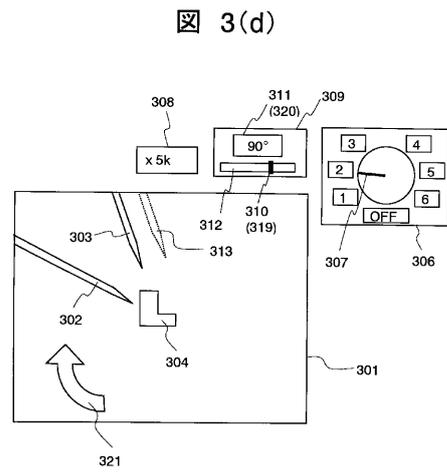
【図3(b)】



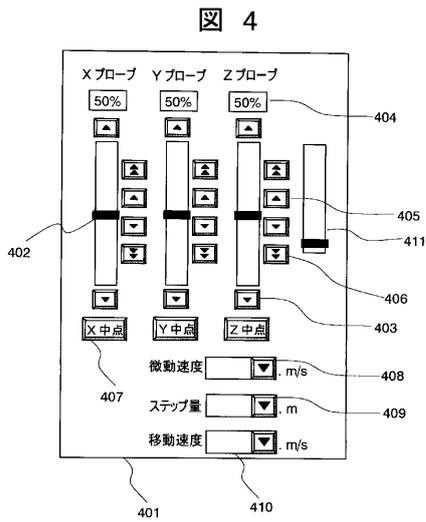
【図3(c)】



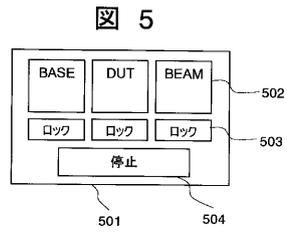
【図3(d)】



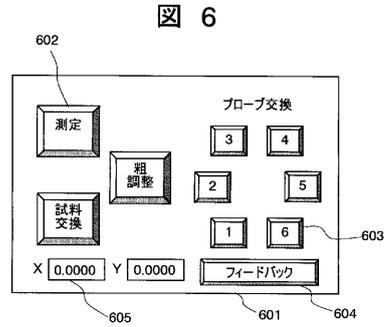
【図4】



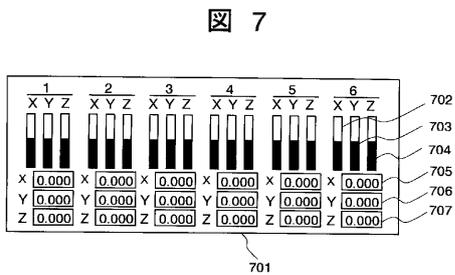
【図5】



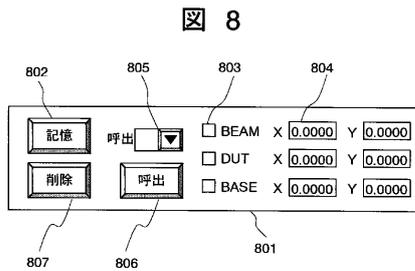
【図6】



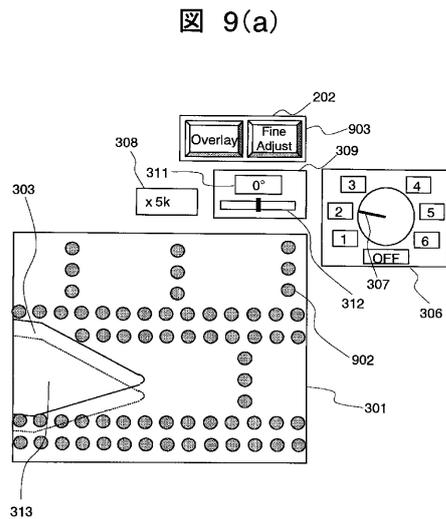
【図7】



【図8】

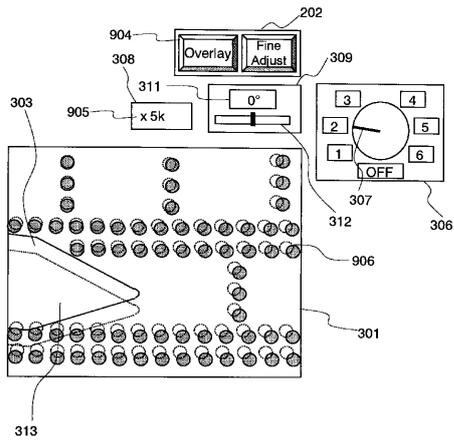


【図9(a)】



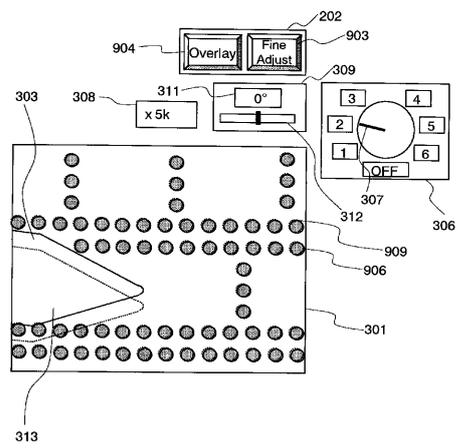
【 図 9 ( b ) 】

図 9(b)



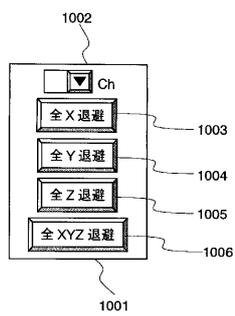
【 図 9 ( c ) 】

図 9(c)



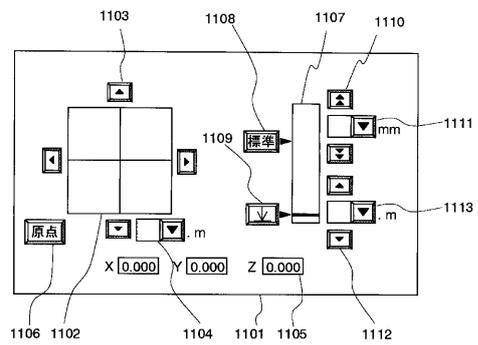
【 図 1 0 】

図 10



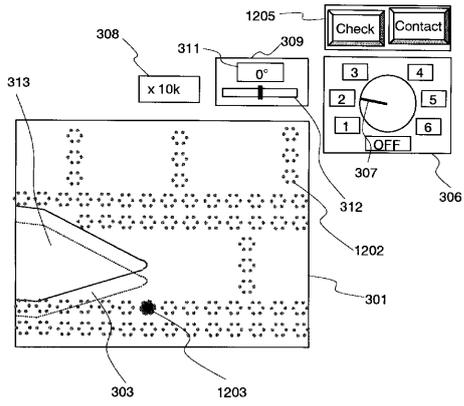
【 図 1 1 】

図 11



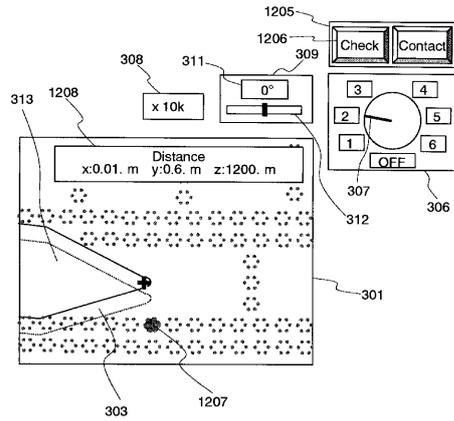
【 図 1 2 ( a ) 】

図 12(a)



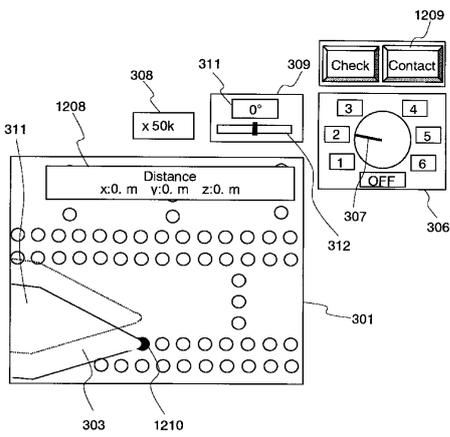
【 図 1 2 ( b ) 】

図 12(b)



【 図 1 2 ( c ) 】

図 12(c)



## フロントページの続き

- (72)発明者 羽崎 栄市  
茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地  
ズ 那珂事業所内 株式会社 日立ハイテクノロジー
- (72)発明者 奈良 安彦  
茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地  
ズ 那珂事業所内 株式会社 日立ハイテクノロジー
- (72)発明者 佐藤 博文  
茨城県ひたちなか市大字市毛 1 0 4 0 番地  
ムズ内 株式会社 日立サイエンスシステ
- (72)発明者 稲田 賀一  
茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地  
ズ 那珂事業所内 株式会社 日立ハイテクノロジー
- (72)発明者 沼田 吉典  
茨城県ひたちなか市大字市毛 1 0 4 0 番地  
ムズ内 株式会社 日立サイエンスシステ

審査官 菅藤 政明

- (56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 1 8 1 8 9 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 1 4 7 0 7 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 2 5 3 4 9 2 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 6 2 7 6 6 ( J P , A )

## (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 1 R 3 1 / 2 8  
G 0 1 R 3 1 / 3 0 2  
G 0 1 N 2 3 / 2 2 5  
H 0 1 L 2 1 / 6 6