

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6906339号
(P6906339)

(45) 発行日 令和3年7月21日(2021.7.21)

(24) 登録日 令和3年7月1日(2021.7.1)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 N 21/27 (2006.01)

G O 1 N 21/27

A

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2017-62041 (P2017-62041)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成29年3月28日 (2017.3.28)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2018-165616 (P2018-165616A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成30年10月25日 (2018.10.25)	(74) 代理人	100095407
審査請求日	令和1年9月9日 (2019.9.9)		弁理士 木村 満
		(74) 代理人	100131152
			弁理士 八島 耕司
		(74) 代理人	100147924
			弁理士 美恵 英樹
		(74) 代理人	100148149
			弁理士 渡邊 幸男
		(74) 代理人	100181618
			弁理士 宮脇 良平
		(74) 代理人	100174388
			弁理士 龍竹 史朗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体検査装置及び半導体検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

通電後の半導体素子の面に酸化膜による変色があるか否かを検査する半導体検査装置において、

前記面に対向する位置に設けられた撮像部と、

前記面と前記撮像部との間に設けられ、第一の波長を含む光を前記面に照射する第一の照射部と、

前記第一の波長を含む光とは異なる方向から、前記第一の波長とは異なる第二の波長を含む光を前記面に照射する第二の照射部と、

前記第一の波長に基づく前記面からの反射光と、前記第二の波長に基づく前記面からの反射光と、を含む反射光による画像データを取得し、取得した前記画像データのコントラストの高さに基づいて、前記画像データのうちから前記酸化膜による変色を示す画像領域である酸化膜領域を識別する画像処理部と

を備える半導体検査装置。

【請求項 2】

前記第一の波長は、380nm未満である

請求項 1 に記載の半導体検査装置。

【請求項 3】

前記第二の波長は、380nm以上780nm未満である

請求項 1 に記載の半導体検査装置。

10

20

【請求項 4】

前記撮像部の分光感度特性は、前記第二の波長の感度が前記第一の波長の感度よりも高い

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の半導体検査装置。

【請求項 5】

前記画像データは、コントラストの高さに基づいて、少なくとも前記酸化膜領域を含む 2 以上の画像領域に分割される

請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の半導体検査装置。

【請求項 6】

通電後の半導体素子の面に酸化膜による変色があるか否かを検査する半導体検査方法であって、

前記面と撮像部との間から、第一の波長を含む光を前記面に照射する工程と、

前記第一の波長を含む光とは異なる方向から、前記第一の波長とは異なる第二の波長を含む光を前記面に照射する工程と、

前記第一の波長に基づく前記面からの反射光と、前記第二の波長に基づく前記面からの反射光と、を含む反射光による画像データを取得し、取得した前記画像データのコントラストの高さに基づいて、前記画像データのうちから前記酸化膜による変色を示す画像領域である酸化膜領域を識別する工程と

を含む半導体検査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件発明は、通電後の半導体素子の良否を検査する半導体検査装置及び半導体検査方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の変色検査方法では、白色光を対象物に照射し、撮像手段によって撮像して得られた画像データの特徴量を用いて対象物の変色度を判断し、対象物の良否を判定していた（例えば、特許文献 1 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 216930 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

半導体素子の電気的特性を評価する通電試験では、局所的に電流密度が集中して過昇温となってしまうことや、冷却性が悪化して半導体素子の自己発熱を冷却しきれずに熱がこもることで、半導体素子に酸化膜による変色が発生する場合があった。また、半導体素子の製造工程において、半導体素子に凹みや窪みによる傷が発生する場合があった。半導体素子の良否を検査する工程では、アセンブリ時の接合性への影響を考慮し、傷を含む半導体素子は良品、酸化膜による変色を含む半導体素子は不良品として判定する必要があった。しかし、特許文献 1 に記載の変色検査方法では、撮像によって得られた画像データにおいて、酸化膜と傷の特徴量が類似していることから、酸化膜による変色を含む半導体素子と傷を含む半導体素子とを両方とも不良品として判定していた。そのため、酸化膜による変色を含む半導体素子のみを不良品として判定することができずに、半導体素子を検査する精度が下がるという問題があった。

【0005】

本件発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、半導体素子の良否を検査する場合において、酸化膜による変色を含む半導体素子のみを不良品として判定するこ

10

20

30

40

50

とによって、半導体素子を検査する精度を上げることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本件発明における半導体検査装置は、通電後の半導体素子の面に酸化膜による変色があるか否かを検査するものであって、面に対向する位置に設けられた撮像部と、面と撮像部との間に設けられ、第一の波長を含む光を面に照射する第一の照射部と、第一の波長を含む光とは異なる方向から、第一の波長とは異なる第二の波長を含む光を面に照射する第二の照射部と、第一の波長に基づく面からの反射光と、第二の波長に基づく面からの反射光と、を含む反射光による画像データを取得し、取得した画像データのコントラストの高さに基づいて、画像データのうちから酸化膜による変色を示す画像領域である酸化膜領域を識別する画像処理部とを備えるものである。

10

【発明の効果】

【0007】

本件発明における半導体検査装置は、半導体素子を検査する精度が上がる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本件発明の実施の形態1における半導体検査装置の斜視図である。

【図2】本件発明の実施の形態1における半導体検査装置の通電部の断面図である。

【図3】本件発明の実施の形態1における通電試験の動作を示す図である。

【図4】本件発明の実施の形態1における通電試験の動作を示す図である。

20

【図5】本件発明の実施の形態1における半導体検査装置の検査部の断面図である。

【図6】本件発明の実施の形態1における画像データを示す図である。

【図7】本件発明の実施の形態1における半導体素子の検査アルゴリズムを示す図である。

。

【図8】本件発明の実施の形態2における半導体検査装置の検査部の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態1.

本件発明の実施の形態1における半導体検査装置について、図1～図7を用いて説明する。図1は、本件実施の形態1における半導体検査装置の斜視図であり、図2は、半導体検査装置の通電部の断面図である。

30

【0010】

図1に示すように、半導体試験装置100は、土台1、Y方向の移送機構2、搬送台3、通電部4、冷却板5、プローブ6、加圧板7、サーボプレス8、支柱9、電源10、PLC11、画面12、プレスコントローラ13、電源コントローラ14、吸着パッド21、撮像部22、第一の照射部23、第二の照射部24、遮光壁25、検査部26、Z方向の移送機構27、及びX方向の移送機構28を備える。半導体試験装置100は、大電流を流す用途で用いられる半導体素子15の電気的特性を評価するために用いられる装置である。

【0011】

40

土台1には、半導体素子の通電試験を行うための搬送台3、プローブ6、加圧板7、サーボプレス8、及び支柱9が備えられている。搬送台3上に、通電加圧の対象となる通電部4が搭載されている。また、通電試験後の搬送台3を検査部26に移送するためのX方向の移送機構28、Y方向の移送機構2、及びZ方向の移送機構27が備えられている。さらに、半導体素子15を吸着して検査部26に移送するための吸着パッド21が備えられている。X方向の移送機構28、Y方向の移送機構2、及びZ方向の移送機構27は、レールとブロックにより構成され、半導体素子を載せたブロックがレール上をスライドする機構として、例えばアクチュエータを用いる。半導体素子15は、上述の移送機構により通電部4から検査部26に向かって移送される。さらに、土台1には、半導体素子の検査部26が備えられている。なお、本件実施の形態では、土台1、搬送台3、及び支柱9

50

は、アルミニウム部品を含む材質による構成としたが、耐久性と耐摩耗性を有する材質であればよく、例えば、鉄、ステンレス（ＳＵＳ）、及びプラスチック等が用いられる。

【００１２】

図２に示すように、通電部４は、半導体素子１５の位置決めをするガイド１９、ガイド１９に設けられた穴１９ａ、ガイド１９の裏面に配置された冷却板５、冷却板５に設けられた凸部５ａ、半導体素子１５と冷却板５との間に配置された第三の間材１６、ガイド１９に跨って半導体素子１５を覆い配置された第二の間材１７、及び第二の間材１７の上に重ねて半導体素子１５を覆い配置された第一の間材１８を備える。

【００１３】

半導体素子１５は通電の対象物であり、少なくともその第一の主面である表面３５と、表面３５に対向する第二の主面である裏面３６とに電極を有している。表面３５には、微細な回路パターンが形成されている。半導体素子１５として、例えば、炭化珪素を用いたショットキーバリアダイオードやＭＯＳＦＥＴ（Metal - Oxide - Semiconductor Field - Effect - Transistor）等が考えられる。

【００１４】

第一の間材１８は、半導体素子１５と同等以上の大きさであればよいが、耐久性の観点から厚みがある程好ましい。また第一の間材１８は、プローブ６と接触する部分を有するため、プローブ６と半導体素子１５との接触面積を増やすために、研磨されることにより面粗さを小さくすることが好ましい。さらに第一の間材１８は、下降したプローブ６の底面と半導体素子１５との平行度のずれを吸収し、両者間の平行度を良好にする役割を有している。特に、複数本から成るプローブ６を用いた場合には、プローブ６の長さにバラつきが生じるため、加圧力を均一にするためには第一の間材１８に一定の厚みが必要となる。第一の間材１８が薄いと塑性変形しやすいことから、加圧力の均一化に劣りが生じて、素子の破損や局所的な電流集中が起きやすくなり、半導体素子１５に酸化膜による変色が発生しやすくなる。

【００１５】

第二の間材１７は、半導体素子１５を覆うことのできる大きさであればよいが、厚さに関しては、半導体素子１５の表面３５に形成されている電極パターン等の数μｍある段差を吸収する程度の厚みが必要である。第二の間材１７の厚みが十分ではないと、通電試験中にアルミニウム製の間材又は冷却板が破断し、通電試験が失敗してしまう場合がある。また、第二の間材１７の厚みが大きすぎる場合、通電加圧時の発熱により圧延方向に熱膨張が大きくなり、半導体素子１５の熱膨張との差により半導体素子１５に傷が発生しやすくなる。また、剛性が高くなることで加圧時に半導体素子１５の面の形状にあわせた変形により空隙ができてしまい、放熱性が悪化することで半導体素子１５の裏面３６に酸化膜による変色が発生しやすくなる。

【００１６】

第二の間材１７は、第三の間材１６と接続された極とは反対側の極に第一の間材１８を介して接続されており、電源１０から半導体素子１５への通電のため、半導体素子１５の表面３５の電極に接触する。

【００１７】

第三の間材１６は、半導体素子１５の裏面３６の電極に接触しており、この半導体素子１５の裏面３６の電極と電源１０とが接続されている。つまり、第三の間材１６は、冷却板５を介して、電源１０の正極または負極と接続されている。

【００１８】

第一の間材１８、第二の間材１７、及び第三の間材１６の材質としては、電気伝導度が高く、耐熱性を有し、耐摩耗性を有する物質であればよく、例えば、銅やアルミニウム等が用いられる。

【００１９】

冷却板５は、半導体素子１５の裏面３６側に設けられ、半導体試験装置１００が通電試験を行なう際に発熱した半導体素子１５を冷却させるための部材である。冷却板５は、矩

10

20

30

40

50

形の平面形状を有する板状の部材であり、第三の間材 1 6 を介して半導体素子 1 5 を載置している。ガイド 1 9 により位置決めされた半導体素子 1 5 に生じる通電時の発熱は、第三の間材 1 6 を介して冷却板 5 の中央部に設けられた凸部 5 a を伝わって冷却される。冷却板 5 は、導電性と熱伝導性が高く、耐熱性と耐摩耗性を有する物質であればよく、例えば、銅、アルミニウム、及びカーボン等が用いられる。

【 0 0 2 0 】

プローブ 6 は、第一の間材 1 8 と接触することにより、半導体素子 1 5 に大電流を流し、半導体素子 1 5 からの応答信号を取得するために、第一の間材 1 8 の上に配置されている。プローブ 6 は、例えば、Z 方向に沿って延びるように加圧板 7 に固定され、円筒形状を有している。プローブ 6 は、一般的にタングステン等の炭素工具鋼により形成されているが、プローブ 6 を構成する材質はこれに限られない。プローブ 6 は、導電性が高く、耐熱性と耐摩耗性を有し、且つ加圧するために一定の耐荷重を有する物質であればよく、例えば、ジェラコン、真鍮、ステンレス等を用いてもよい。プローブ 6 は、一本あたりの荷重と電流密度に耐えることができれば、一本で通電加圧してもよいし、又は複数本で通電加圧してもよい。

10

【 0 0 2 1 】

また、加圧板 7 を構成する材質についても同様で、炭素工具鋼により形成されていることが好ましいが、加圧板 7 を構成する材質はこれに限られない。加圧板 7 は、プローブ 6 への電氣的な接続と、発熱したプローブ 6 を冷却するために、導電性が高く、耐熱性と耐摩耗性を有する物質であればよく、例えば、銅やアルミニウム等を用いてもよい。

20

【 0 0 2 2 】

ガイド 1 9 には、半導体素子 1 5 と第三の間材 1 6 の位置決めをするための穴 1 9 a が設けられている。ガイド 1 9 を構成する材質としては、半導体素子 1 5 への通電が分流しないようにするため、絶縁性、耐熱性、及び耐摩耗性を有する物質であればよく、例えば、銅やアルミニウム等が用いられる。なお、ガイド 1 9 は、セラミック系の高分子材料に限るわけではなく、金属材料を絶縁コーティングしたものをを用いてもよい。例えば、金属材料に絶縁テープを巻いたものや、セラミックコーティング、及びガラスコーティング等をしたものが挙げられる。これにより、安価に、電流の分流等、通電試験のプロセスに悪影響を及ぼす原因を低減することができる。

【 0 0 2 3 】

次に、このように構成された半導体検査装置における半導体素子の通電試験について、図 1、図 3、及び図 4 を用いて説明する。

30

【 0 0 2 4 】

図 3 は、通電試験の動作を示す図である。まず図 3 (a) に示すように、冷却板 5 上において、第三の間材 1 6 がガイド 1 9 により位置決めをされて配置される。次に図 3 (b) に示すように、第三の間材 1 6 の上に半導体素子 1 5 が配置される。続いて図 3 (c) に示すように、ガイド 1 9 に跨って半導体素子 1 5 を覆うように第二の間材 1 7 が配置される。さらに、図 3 (d) に示すように、第二の間材 1 7 の上に重ねて半導体素子 1 5 を覆うように第一の間材 1 8 が配置される。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように、半導体試験装置 1 0 0 は、搬送台 3 上に通電部 4 を搭載した状態で、アクチュエータ等で構成された Y 方向の移送機構 2 により、サーボプレス 8 の下、つまり加圧板 7 とプローブ 6 の下まで、搬送台 3 の移送を可能とする。搬送台 3 を移送させる場合は、操作をするための画面 1 2 として、例えば GOT (Graphic Operation Terminal) (登録商標) を用いる。画面 1 2 における搬送台 3 を移送させるための指示情報は、PLC (Programmable Logic Controller) 1 1 において Y 方向の移送機構 2 の制御信号に変換され、Y 方向の移送機構 2 により搬送台 3 が移送される。

40

【 0 0 2 6 】

図 4 は、通電試験の動作を示す図である。図 4 (a) に示すように、最初、プローブ 6

50

は通電部 4 に配置された第一の間材 1 8 に接触していない。次に、図 4 (b) に示すように、P L C 1 1 からの制御情報により、プレスコントローラ 1 3 にて予め設定している条件を読み込むことで、支柱 9 に支えられたサーボプレス 8 が加圧板 7 を搬送台 3 上の通電部 4 に向けて下降し、プローブ 6 は通電部 4 に配置された第一の間材 1 8 と接触する。その後、P L C 1 1 からの指示により、プローブ 6 の加圧力を任意に設定した規定の荷重値 (2 5 k g ~ 1 0 0 k g) まで上昇させた後、電源コントローラ 1 4 にて予め設定している条件を読み込むことで、電源 1 0 から任意に設定した電流 (電流密度が $1 2 0 [A / c m ^ 2]$ 以上 $4 0 0 [A / c m ^ 2]$ 未満) を通電部 4 に対して継続して流す。その際、半導体素子 1 5 の温度は、1 5 0 以上 2 3 0 以下とする。

【 0 0 2 7 】

10

半導体試験装置 1 0 0 は、P L C 1 1 により、通電加圧中の半導体素子 1 5 の温度を冷却板 5 の凸部 5 a に取り付けられた熱電対を用いて常時監視を行い、規定の温度 (1 5 0 以上 2 3 0 以下) から外れた場合には、P L C 1 1 により、通電加圧を停止する信号を、プレスコントローラ 1 3 と電源コントローラ 1 4 へ送信し、通電加圧を停止させる機能を有する。

【 0 0 2 8 】

また、半導体試験装置 1 0 0 において、電流密度が $1 2 0 [A / c m ^ 2]$ 以上 $4 0 0 [A / c m ^ 2]$ 未満の範囲外の場合には、電源コントローラ 1 4 で通電加圧中の半導体素子 1 5 を不良品として判定する。判定結果は P L C 1 1 に送信され、P L C 1 1 により通電加圧を停止する信号がプレスコントローラ 1 3 と電源コントローラ 1 4 へ送信され、通電加圧を停止させる機能を有する。通電加圧を異常発生時に停止させる機能により、周辺機構へのダメージを抑制することができる。

20

【 0 0 2 9 】

続いて、通電後の半導体素子 1 5 の裏面 3 6 において、酸化膜による変色を検出する方法について、図 5 と図 6 を用いて説明する。

【 0 0 3 0 】

図 5 は、半導体検査装置の検査部の断面図である。図 5 に示すように、検査部 2 6 は、半導体素子 1 5 の表面 3 5 を吸着するための吸着パッド 2 1、半導体素子 1 5 の裏面 3 6 に対向する撮像部 2 2、第一の照射部 2 3、第二の照射部 2 4、遮光壁 2 5、及び画像処理部 2 9 を備える。まず、吸着パッド 2 1 が半導体素子 1 5 を吸着する。吸着状態を維持したまま、持ち上げて中空で停止している半導体素子 1 5 の裏面 3 6 は、遮光壁 2 5 により外乱光の影響を遮蔽しておく。なお、遮光壁 2 5 は、暗幕等で代用することも可能である。

30

【 0 0 3 1 】

次に、第一の波長の光を含む第一の照射部 2 3 と第二の波長の光を含む第二の照射部 2 4 とを、半導体素子 1 5 に向けて同時に照射する。第一の波長の光は、3 8 0 n m 未満の波長域の光を支配的に含む光であり、例えば紫外光 (U V 光) 又は遠紫外光 (D U V 光) である。また、第二の波長の光は、3 8 0 n m 以上 7 8 0 n m 未満の波長域の光を支配的に含む光であり、例えば可視光である。第一の照射部 2 3 は撮像部 2 2 と半導体素子 1 5 との間から半導体素子 1 5 を照射し、第二の照射部 2 4 は第一の波長を含む光とは異なる斜め方向から半導体素子 1 5 を照射する。第一の照射部 2 3 は、撮像部 2 2 と半導体素子 1 5 との間から半導体素子 1 5 を照射すればよく、例えば、撮像部 2 2 と半導体素子 1 5 との間にハーフミラーを設置し、このハーフミラーを介して光を照射する同軸照明装置を用いる。なお、ハーフミラーに替えて、ビームスプリッター等の光束を分岐できる分岐光学素子を用いてもよい。

40

【 0 0 3 2 】

第一の照射部 2 3 と第二の照射部 2 4 としては、例えば、L E D 照明により所望の波長の光を照射する。ただし、第一の照射部 2 3 と第二の照射部 2 4 は、これに限定されるものではない。例えば、白色 L E D 照明とカラーフィルタとの組み合わせによって構成してもよく、白色電球又は蛍光管とカラーフィルタとの組み合わせ、又はカラーランプ等を用

50

いることもできる。また、第二の照射部 2 4 は、酸化膜領域 3 1 や傷領域 3 2 の特徴に応じて、適宜赤色、緑色、及び青色等の特定の波長の光を用いることもできる。特定の波長の光を用いることにより、酸化膜領域 3 1 や傷領域 3 2 からの反射光が強調されるため、上述の領域を検出する精度を高めることができる。

【0033】

検査部 2 6 に配置されている撮像部 2 2 を用いて、半導体素子 1 5 の裏面 3 6 を撮像する。撮像部 2 2 の分光感度特性は、可視光波長域の感度が紫外光波長域の感度よりも高い。撮像部 2 2 は、第一の波長に基づく裏面 3 6 からの反射光と、第二の波長に基づく裏面 3 6 からの反射光とを含む裏面 3 6 からの反射光を撮像し、撮像により得られた画像データは、画像処理部 2 9 において取得される。第一の波長に基づく裏面 3 6 からの反射光は、正反射光を支配的に含む光である。また、第二の波長に基づく裏面 3 6 からの反射光は、拡散反射光を支配的に含む光である。なお、画像データとは、画像を構成する画素毎の明暗を示したデータのことをいう。

10

【0034】

図 6 は、撮像により得られた画像データを示す図である。図 6 に示すように、画像データは、画像処理部 2 9 に備えられた判定部において、酸化膜領域 3 1、傷領域 3 2、及び正常領域 3 3 のうち、少なくともいずれかの領域に分割される。酸化膜領域 3 1 は、半導体素子 1 5 に発生した酸化膜による変色を示す領域である。傷領域 3 2 は、凹みや窪みを含む傷を示す領域である。正常領域 3 3 は、酸化膜領域 3 1 と傷領域 3 2 以外の領域を示し、半導体素子 1 5 において凹凸のない平坦な形状の領域である。

20

【0035】

画像処理部 2 9 に備えられた判定部は、得られた画像データの特徴量に基づき、酸化膜領域 3 1、傷領域 3 2、及び正常領域 3 3 のうち、少なくとも酸化膜領域 3 1 を識別し、半導体素子 1 5 の良否を判定する。画像領域の識別は、例えば、画像データの各画素のデータ値が、酸化膜の閾値内であれば酸化膜領域 3 1、傷の閾値内であれば傷領域 3 2、いずれの閾値外であれば正常領域 3 3 と識別する。なお、これらの閾値は、撮像部 2 2、第一の照射部 2 3、及び第二の照射部 2 4 の特性によって変わるため、あらかじめ撮像部や照明の特性を考慮した上で決定することが望ましい。識別結果に基づき、画像データに酸化膜領域 3 1 が含まれない場合は、半導体素子 1 5 が良品であると判定し、画像データに酸化膜領域 3 1 が含まれる場合は、半導体素子 1 5 が不良品であると判定する。

30

【0036】

このように、得られた画像データから、酸化膜領域 3 1、傷領域 3 2、及び正常領域 3 3 に分割されるのは、下記の理由によると解される。撮像部 2 2 の分光感度特性は、紫外光波長域の感度が可視光波長域の感度よりも低いため、第一の照射部 2 3 を撮像部 2 2 と半導体素子 1 5 との間から照射し、撮像部 2 2 で半導体素子 1 5 の裏面 3 6 を撮像すると、正常領域 3 3 から酸化膜領域 3 1 と傷領域 3 2 とを含む領域を区別可能なコントラストの低い画像データが得られる。しかし、画像データのコントラストが低いため、酸化膜領域 3 1 と傷領域 3 2 とを区別することが困難である。

【0037】

その理由としては、第一の照射部 2 3 を半導体素子 1 5 の裏面 3 6 に向けて照射した場合、得られた画像データにおいて、半導体素子 1 5 の裏面 3 6 にある傷領域 3 2 は、乱反射により撮像部 2 2 に戻る明るさの情報が区別できる程に含まれないためである。また、第一の照射部 2 3 を半導体素子 1 5 の裏面 3 6 に向けて照射した場合、得られた画像データにおいて、半導体素子 1 5 の裏面 3 6 にある酸化膜領域 3 1 は、紫外光波長域の光の吸収率が傷領域 3 2 における紫外光波長域の光の吸収率よりも高いことにより、酸化膜領域 3 1 の明るさの情報が区別できる程得られないためである。したがって、傷領域 3 2 と酸化膜領域 3 1 のいずれの領域においても、明るさの情報が区別できる程得られないため、両者のコントラストが低くなってしまう。

40

【0038】

得られた画像データのコントラストを高めるため、第一の照射部 2 3 による照射と同時

50

に、第一の波長を含む光とは異なる斜め方向から第二の照射部 2 4 を半導体素子 1 5 に照射する。これにより、凹凸のある傷領域 3 2 に明るさの情報が追加される。しかしながら、半導体素子 1 5 において酸化膜は凹凸のない平坦な形状であり、第一の波長を含む光とは異なる斜め方向からの光は全反射して半導体素子 1 5 の対角側へ反射するため、酸化膜領域 3 1 には傷領域 3 2 程の明るさの情報は追加されない。したがって、第一の照射部 2 3 と第二の照射部 2 4 とを、半導体素子 1 5 に向けて同時に照射することで、画像データにおいて、傷領域 3 2 と酸化膜領域 3 1 との間には、コントラストが生じる。また、正常領域 3 3 は、凹凸のない平坦な形状であることから、傷の領域と酸化膜の領域よりも明るさの情報を得るため、傷領域 3 2 と酸化膜領域 3 1 とに対し、コントラストが得られる。これにより、酸化膜領域 3 1、傷領域 3 2、及び正常領域 3 3 を検出することができる。

10

【 0 0 3 9 】

検出結果に基づき、画像データに酸化膜領域 3 1 が含まれない場合は、半導体素子 1 5 が良品であると判定し、画像データに酸化膜領域 3 1 が含まれる場合は、半導体素子 1 5 が不良品であると判定する。判定結果は、P L C 1 1 に接続された処理回路を通じて画像信号に変換され、画面 1 2 に文字や画像によって示される。

【 0 0 4 0 】

以上により、本構成を用いることで、第一の波長の光を含む第一の照射部 2 3 と第二の波長の光を含む第二の照射部 2 4 とから、半導体素子 1 5 に向けて同時に照射し、撮像により得られた画像から、各領域間のコントラストの違いを利用して、半導体素子 1 5 の酸化膜領域 3 1 のみを検出することができる。また、酸化膜領域 3 1、傷領域 3 2、及び正常領域を、それぞれ区別して検出することもできる。

20

【 0 0 4 1 】

次に、半導体素子の裏面 3 6 にグラデーションが生じた場合の検査アルゴリズムについて、図 7 を用いて説明する。

【 0 0 4 2 】

図 7 は、半導体素子の検査アルゴリズムを示す図である。図 7 (a) は、半導体素子 1 5 を示す画像データである。図 7 (a) に示すように、半導体素子 1 5 の裏面 3 6 は研磨されているため、半導体素子 1 5 の裏面 3 6 の正常領域 3 3 にグラデーション 3 4 が生じることがある。グラデーション 3 4 の発生により、正常領域 3 3 を検出できない場合は、動的二値化処理を行うことで、正常領域 3 3 を検出する。

30

【 0 0 4 3 】

図 7 (b) は、動的二値化処理前と動的二値化処理後の画像データの例である。図 7 (b) において、動的二値化処理後の画像データの方が、動的二値化処理前の画像データよりもコントラストが高いことを示している。

【 0 0 4 4 】

動的二値化処理について、以下に説明をする。本実施の形態 1 では、動的二値化閾値を、中心画素の周辺の $M \times N$ 画素の平均画素値のうち一定の割合の値であると定義する。本実施の形態 1 では、中心画素の周辺の 5×5 画素を対象の範囲と設定し、一定の割合を平均画素値のうち 8 0 % であると設定する。なお、 $M \times N$ 画素のサイズは、グラデーション 3 4 の特徴を考慮した上で設定することが望ましい。また、周辺の画素の形状は、十字形、 $\times$ 印形、又は長方形等、グラデーション 3 4 の特徴を考慮した上で設定することが望ましい。

40

【 0 0 4 5 】

図 7 (c) は動的二値化処理の第一の例を示す図であり、図 7 (d) は動的二値化処理の第二の例を示す図である。

【 0 0 4 6 】

図 7 (c) の左側に示すように、中心画素は酸化膜領域 3 1 を示しており、その画素値は 2 0 である。中心画素の周辺の 5×5 画素の平均画素値は 2 4 3 であり、動的二値化閾値は 1 9 4 となる。したがって、図 7 (c) の右側に示すように、中心画素とその周辺画素において、画素値が動的二値化閾値内である画素の画素値は 0 に変換し、画素値が動的

50

二値化閾値外である画素の画素値は255に変換する。

【0047】

また、図7(d)の左側に示すように、中心画素とその周辺の5×5画素は正常領域33を示しており、それらの画素値は127である。中心画素の周辺の5×5画素の平均画素値は127であり、動的二値化閾値は102となる。したがって、図7(d)の右側に示すように、中心画素とその周辺画素において、全画素の画素値が動的二値化閾値外であるため、これらの画素の画素値を255に変換する。

【0048】

上記の動的二値化処理を行うことで、半導体素子15の裏面36の正常領域33に発生するグラデーション34による影響を抑制し、酸化膜領域31を安定して検出することができる。

10

【0049】

このように、半導体素子15において、第一の照射部23、第二の照射部24、及びこれらの照明によって照射された半導体素子15からの反射光を撮像する撮像部22を備えることにより、酸化膜による変色を含む半導体素子15のみを不良品として判定することが可能となり、半導体素子15を検査する精度が上がるという効果を奏する。

【0050】

また、半導体素子15と半導体素子15の外との境界付近で動的二値化処理を実施した場合、半導体素子15の外の画素値が半導体素子15の画素値よりも低くなることによって、正常領域33を誤って酸化膜領域31と検出してしまうことがある。これに対し、予め半導体素子15の形状をエッジ検出手法やパターンマッチング手法等により検出し、検査範囲を限定しておくことによって、誤検出を抑制することができる。

20

【0051】

なお、本件発明の実施の形態1では、判定結果を画面12に文字や画像によって示していたが、スピーカから音声によって示してもよい。この場合、半導体試験装置100と画面12との距離が離れている環境においては、音声による情報提示が行えるという効果を奏する。

【0052】

さらに、本件発明の実施の形態1では、判定部において半導体素子15の良否を判定していたが、判定部に替えて、画像処理部29を介して少なくとも酸化膜領域31が識別された画像データを画面12に表示させてもよい。この場合、人が画面12に表示された画像データの酸化膜領域31に基づき、半導体素子15の良否を判定することによって、判定部における判定の処理に係る実装コストを抑制することができる。

30

【0053】

半導体素子15の検査において、検査部26での通電時間に対して検査時間は短いため、検査終了後に半導体素子15の判定結果に基づき、Z方向の移送機構27とX方向の移送機構28を用いて、半導体素子15の良品と不良品をそれぞれ良品トレイと不良品トレイ等に乗せて搬送してもよい。同様に、Z方向の移送機構27とX方向の移送機構28を用いて、半導体素子15、第一の間材18、第二の間材17、及び第三の間材16をそれぞれ搬送台3に乗せて搬送してもよい。これにより、半導体素子15の検査を人の手に依らずに行なうため、検査時間を短縮することができる。

40

【0054】

また、土台1に撮像部22を搭載しておくことにより、半導体素子15の裏面36を検査する際に半導体素子15を反転するための機構を必要とすることなく、通電試験中に半導体素子15の検査を実施することができる。

【0055】

実施の形態2

本件発明の実施の形態2における半導体検査装置について、図8を用いて説明する。なお、図8において、図5と同一符号は同一又は相当部分を示す。

【0056】

50

本件実施の形態 1 において、第二の照射部 2 4 は、第一の波長を含む光とは異なる斜め方向から半導体素子 1 5 を照射する構成にしたが、例えば、半導体素子 1 5 の周囲の方向から照射する照射部により構成してもよい。図 8 は、本件実施の形態 2 における半導体検査装置の検査部の断面図である。第二の照射部 2 4 の代わりにリング照明 3 0 を用いることにより、第二の照射部 2 4 よりも広い範囲から半導体素子 1 5 を照射している。

【 0 0 5 7 】

この構成にすることによって、傷領域 3 2 からの反射光は、第二の照射部 2 4 からの照射光よりも明るくなる。一方で、酸化膜領域 3 1 は凹凸がなく平坦な形状のため、酸化膜領域 3 1 からの反射光は、第二の照射部 2 4 からの照射光よりも暗くなる。その結果、撮像によってコントラストの高い画像データが得られ、これらの領域の検出精度を高めることができる効果を奏する。なお、広い範囲から半導体素子 1 5 を照射するための照明としては、必要とされる照射範囲に応じて、リング照明 3 0 の代わりにドーム照明等、適宜最適なものを用いてもよいことは言うまでもない。

10

【 0 0 5 8 】

なお、以上の実施形態は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

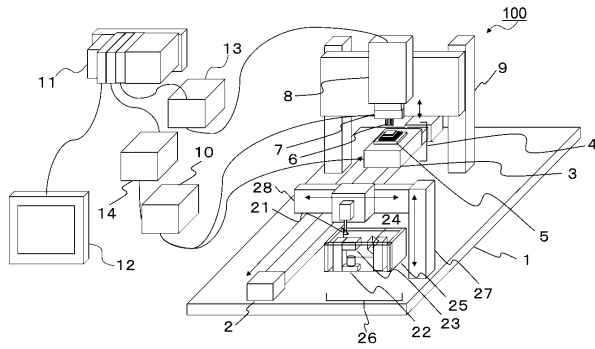
【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

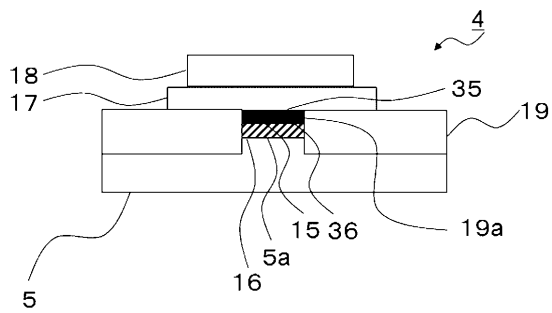
1 土台、2 Y 方向の移送機構、3 搬送台、4 通電部、5 冷却板、5 a 凸部、6 プローブ、7 加圧板、8 サーボプレス、9 支柱、10 電源、11 PLC、12 画面、13 プレスコントローラ、14 電源コントローラ、15 半導体素子、16 第三の間材、17 第二の間材、18 第一の間材、19 ガイド、19 a 穴、21 吸着パッド、22 撮像部、23 第一の照射部、24 第二の照射部、25 遮光壁、26 検査部、27 Z 方向の移送機構、28 X 方向の移送機構、29 画像処理部、30 リング照明、31 酸化膜領域、32 傷領域、33 正常領域、34 グラデーション、35 表面、36 裏面、100 半導体試験装置

20

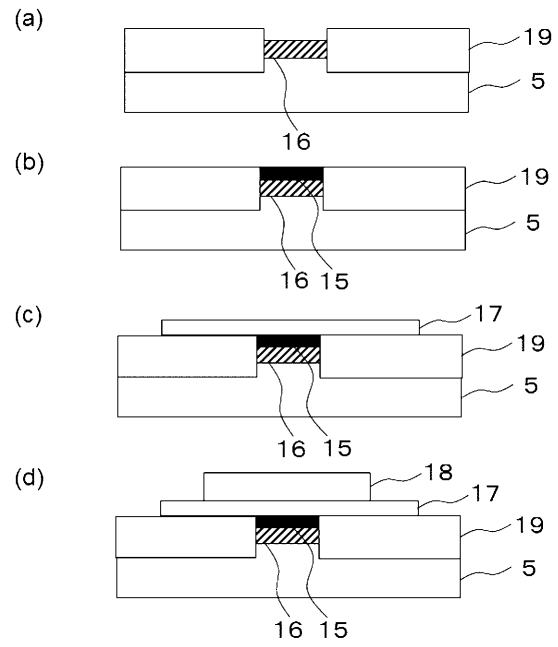
【図 1】



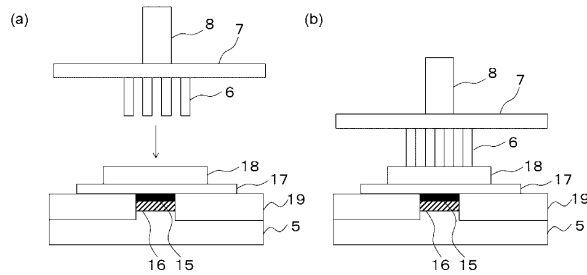
【図 2】



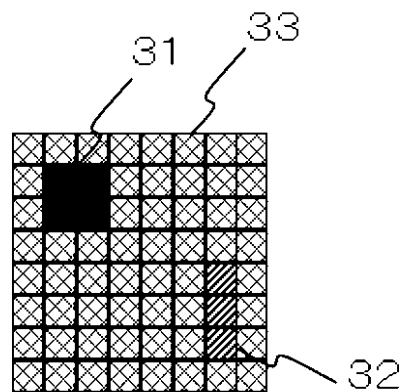
【図 3】



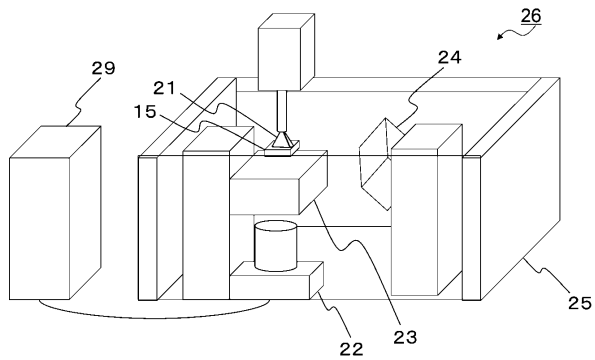
【図 4】



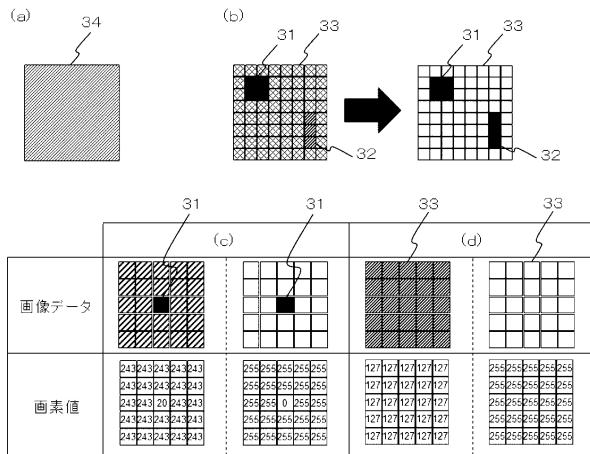
【図 6】



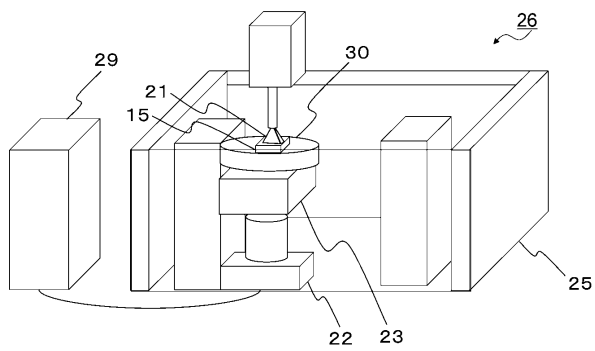
【図 5】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 徳 幸博
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 海老池 勇史
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

審査官 田中 洋介

- (56)参考文献 特開昭62-038348(JP,A)
米国特許第07206442(US,B1)
特開2002-289522(JP,A)
特開2017-009523(JP,A)
特開2016-200554(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 21/00 - 21/958
H01L 21/66
JSTPlus/JST7580(JDreamII)