

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 1 区分

【発行日】平成 19 年 8 月 30 日 (2007.8.30)

【公開番号】特開 2006-29997 (P2006-29997A)

【公開日】平成 18 年 2 月 2 日 (2006.2.2)

【年通号数】公開・登録公報 2006-005

【出願番号】特願 2004-209583 (P2004-209583)

【国際特許分類】

G 0 1 R 31/302 (2006.01)

G 0 1 R 1/06 (2006.01)

G 0 1 R 31/02 (2006.01)

H 0 5 K 3/00 (2006.01)

【F I】

G 0 1 R 31/28 L

G 0 1 R 1/06 F

G 0 1 R 31/02

H 0 5 K 3/00 T

【手続補正書】

【提出日】平成 19 年 7 月 17 日 (2007.7.17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検査基板に形成された複数の配線パターンの電気的特性の良否を 2 つの検査点間の導通の有無によって検査する基板検査装置であって、

配線パターン上の第 1 の検査点に、レーザアブレーションまたは 2 光子吸収を起こしてプラズマ状態とすることによって荷電粒子を放出させる強度のレーザ光を照射するレーザ光照射手段と、

前記第 1 の検査点から放出された荷電粒子を捕捉する電極部と、

前記電極部と第 2 の検査点との間に所定の大きさの電圧を印加する電圧印加手段と、

前記電圧印加手段に直列に接続され、電流の値を検出する電流検出手段とを備えることを特徴とする基板検査装置。

【請求項 2】

前記レーザ光照射手段から照射するレーザ光の強度を設定する強度設定手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の基板検査装置。

【請求項 3】

前記電圧印加手段によって印加される電圧を設定する電圧設定手段を備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の基板検査装置。

【請求項 4】

前記電圧印加手段は、前記電極部の電位が前記第 2 の検査点の電位よりも高電位となるべく電圧を印加することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の基板検査装置。

【請求項 5】

前記第 1 の検査点を包含する閉空間を形成するハウジングと、

前記閉空間内を減圧する減圧手段とを備えることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の基板検査装置。

【請求項 6】

前記電極部は、前記ハウジングの側壁に配設され、
前記ハウジングは、上壁が透明な材料で形成され、
前記レーザ照射手段は、被検査基板の上方から透明な上壁を透過してレーザ光を照射することを特徴とする請求項 5 に記載の基板検査装置。

【請求項 7】

被検査基板に形成された複数の配線パターンの電気的特性の良否を 2 つの検査点間の導通の有無によって検査する基板検査方法であって、
配線パターン上の第 1 の検査点に、レーザアブレーションまたは 2 光子吸収を起こしてプラズマ状態とすることによって荷電粒子を放出させる強度のレーザ光を照射し、
電極部と第 2 の検査点との間に所定の大きさの電圧を印加し、
前記電極部において、前記第 1 の検査点から放出された荷電粒子を捕捉し、
前記第 1 及び第 2 の検査点の間に流れる電流の値を検出することを特徴とする基板検査方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】基板検査装置及び基板検査方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検査基板に形成された複数の配線パターンの中から 1 の配線パターンを順次選択し、選択された配線パターン又はそれと隣接する配線パターンに流れる電流の値を検出して断線及び短絡状態の少なくとも一方の検査を行う基板検査装置及び基板検査方法に関する。尚、この発明は、プリント配線基板に限らず、例えば、フレキシブル基板、多層配線基板、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイ用の電極板、及び半導体パッケージ用のパッケージ基板やフィルムキャリアなど種々の基板における電気的配線の検査に適用でき、この明細書では、それら種々の配線基板を総称して「基板」という。

【背景技術】

【0002】

基板には、複数の配線パターンが形成されており、それらの配線パターンが設計通りに製造されているか否かを検査するために、従来から数多くの種類の基板検査装置が提供されている。特に、近年、電子機器の小型化等に伴って基板の配線パターンの微細化が進み、検査点となるランドが増加すると共に狭小化しているため、全ての検査点に直接プローブを接触させて配線パターンの断線や短絡を検査することが困難となる場合があった。そこで、プローブをランドに接触させずに、配線パターンの断線や短絡を検査する基板検査装置が提案されている。

【0003】

例えば、レーザ光をランドに照射することによって発生する電子を用いる基板検査装置が提案されている（特許文献 1 参照）。この特許文献においては、実施例として、紫外線領域のレーザ光を被検査配線パターン的一端に照射して、そこから光電効果によって放出された電子をプラス電極で捕捉し、それによる電流を利用して基板を検査する装置が開示されている。

【特許文献 1】特開平 14 - 318258 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の方法を用いると、プローブをランドに接触させずに、配線パターンの断線や短絡

を検査することが可能となる。しかし、光電効果を利用する方法であることに起因して、照射するレーザ光の波長の範囲が所定の値（限界波長という）以下に限定されるため、基板検査装置の製造コストが上昇する虞れがある。また、配線パターン（ランド）を構成する材料の種類（金、銅等）に応じて限界波長が異なるため、ランドを構成する材料に応じて照射するレーザ光の波長を変更する必要がある、作業性が損なわれる虞れがある。

【 0 0 0 5 】

本発明は上記課題に鑑みてなされたもので、プローブをランドに接触させずに、配線パターンの断線や短絡を簡便に検査することの可能な基板検査装置及び基板検査方法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】

【 0 0 0 6 】

請求項 1 に記載の基板検査装置は、被検査基板に形成された複数の配線パターンの電気的特性の良否を 2 つの検査点間の導通の有無によって検査する基板検査装置であって、配線パターン上の第 1 の検査点に、レーザアブレーションまたは 2 光子吸収を起こしてプラズマ状態とすることによって荷電粒子を放出させる強度のレーザ光を照射するレーザ光照射手段と、前記第 1 の検査点から放出された荷電粒子を捕捉する電極部と、前記電極部と第 2 の検査点との間に所定の大きさの電圧を印加する電圧印加手段と、前記電圧印加手段に直列に接続され、電流の値を検出する電流検出手段とを備えることを特徴としている。

【 0 0 0 7 】

上記の構成によれば、レーザ光照射手段によって、配線パターン上の第 1 の検査点に、レーザアブレーションまたは 2 光子吸収を起こしてプラズマ状態とすることによって荷電粒子を放出させる強度のレーザ光が照射され、レーザアブレーションまたは 2 光子吸収を起こしてプラズマ状態とすることによって荷電粒子が放出される。そして、電圧印加手段によって、電極部と第 2 の検査点との間に所定の大きさの電圧が印加されているため、第 1 の検査点から放出された荷電粒子が、電極部に捕捉される。そして、電流検出手段によって、荷電粒子が電極部に捕捉されることによって第 1 及び第 2 の検査点の間に流れる電流の値が検出される。

【 0 0 0 8 】

断線状態を判定する場合には、複数の配線パターンの中から選択された 1 の配線パターンの第 1 及び第 2 の検査点との間に流れる電流が予め設定された所定の値より小さい場合には、導通不良（断線等が発生している）と判定される。一方、短絡状態を判定する場合には、複数の配線パターンの中から選択された 1 の配線パターンの第 1 の検査点と 1 の配線パターンに隣接する配線パターンの第 2 の検査点との間に流れる電流が予め設定された所定の値より大きい場合に、短絡不良（短絡が発生している）と判定される。

【 0 0 0 9 】

従って、レーザアブレーションまたは 2 光子吸収によって放出される荷電粒子を用いて電気的特性の良否が判定されるため、照射するレーザ光の波長の制約が少なく、プローブをランドに接触させずに、配線パターンの断線や短絡が簡便に検査される。

【 0 0 1 0 】

請求項 2 に記載の基板検査装置は、前記レーザ光照射手段から照射するレーザ光の強度を設定する強度設定手段を備えることを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

上記の構成によれば、強度設定手段によって、レーザ光照射手段から照射するレーザ光の強度が設定されるため、レーザアブレーションまたは 2 光子吸収を発生させるために必要な適正な強度に設定され得る。例えば、高い検査精度が要求される場合には、照射するレーザ光の強度を装置又は基板の損傷等の限界の最大値に設定し、逆に、基板の損傷を最小限に抑える場合には、検出可能な限界の最小値に設定することが可能となる。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 に記載の基板検査装置は、前記電圧印加手段によって印加される電圧を設定する電圧設定手段を備えることを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

上記の構成によれば、電圧設定手段によって、電圧印加手段により印加される電圧が設定されるため、検出精度を確保するために必要な適切な電圧に設定され得る。例えば、高い検査精度が要求される場合には、印加する電圧を装置の損傷等の限界の最大値に設定し、逆に、装置の損傷等を最小限に抑える場合には、検出可能な限界の最小値に設定することが可能となる。

【 0 0 1 4 】

請求項 4 に記載の基板検査装置は、前記電圧印加手段が、前記電極部の電位が前記第 2 の検査点の電位よりも高電位となるべく電圧を印加することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

上記の構成によれば、電圧印加手段によって、電極部の電位が第 2 の検査点の電位よりも高電位となるべく電圧が印加されるため、レーザアブレーションによって発生した電子が電極部に捕捉される。従って、レーザアブレーションによって生成された正の電荷を有する金属イオンは、配線パターンの第 1 の検査点に止められるため、レーザアブレーションによる配線パターンの損傷が抑制される。

【 0 0 1 6 】

請求項 5 に記載の基板検査装置は、前記第 1 の検査点を包含する閉空間を形成するハウジングと、前記閉空間内を減圧する減圧手段とを備えることを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

上記の構成によれば、ハウジングによって、第 1 の検査点を包含する閉空間が形成され、減圧手段によって、ハウジングにより形成された閉空間内が減圧されている。従って、レーザ光が照射される第 1 の検査点は減圧された空間内とされるため、空気の影響による荷電粒子及び電子の散乱が抑制され、効率的に電極に捕捉される。

【 0 0 1 8 】

請求項 6 に記載の基板検査装置は、前記電極部が前記ハウジングの側壁に配設され、前記ハウジングが上壁が透明な材料で形成され、前記レーザ照射手段が被検査基板の上方から透明な上壁を透過してレーザ光を照射することを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

上記の構成によれば、荷電粒子を捕捉する電極部がハウジングの側壁に配設されると共に、ハウジングの上壁が透明な材料で形成されており、レーザ照射手段によって、被検査基板の上方から透明な上壁を透過してレーザ光が照射される。従って、レーザ光が上方から照射されるため、レーザ光が照射される対象となるランド等からなる第 1 の検査点へのレーザ光の位置決めが容易となる。

【 0 0 2 0 】

請求項 7 に記載の基板検査方法は、被検査基板に形成された複数の配線パターンの電気的特性の良否を 2 つの検査点間の導通の有無によって検査する基板検査方法であって、配線パターン上の第 1 の検査点に、レーザアブレーションまたは 2 光子吸収を起こしてプラズマ状態とすることによって荷電粒子を放出させる強度のレーザ光を照射し、電極部と第 2 の検査点との間に所定の大きさの電圧を印加し、前記電極部において、前記第 1 の検査点から放出された荷電粒子を捕捉し、前記第 1 及び第 2 の検査点の間に流れる電流の値を検出することを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

上記の構成によれば、配線パターン上の第 1 の検査点に、レーザアブレーションまたは 2 光子吸収を起こしてプラズマ状態とすることによって荷電粒子を放出させる強度のレーザ光が照射され、レーザアブレーションまたは 2 光子吸収を起こしてプラズマ状態とすることによって荷電粒子が放出される。そして、電極部と第 2 の検査点との間に所定の大きさの電圧が印加されているため、第 1 の検査点から放出された荷電粒子が、電極部に捕捉される。このように、荷電粒子が電極部に捕捉されることによって、電極部を通じて第 1 及び第 2 の検査点の間に流れる電流の値を用いて電気的特性の良否が判定される。

【 0 0 2 2 】

断線状態を判定する場合には、複数の配線パターンの中から選択された１の配線パターンの第１及び第２の検査点との間に流れる電流が予め設定された所定の値より小さい場合には、導通不良（断線等が発生している）と判定される。一方、短絡状態を判定する場合には、複数の配線パターンの中から選択された１の配線パターンの第１の検査点と１の配線パターンに隣接する配線パターンの第２の検査点との間に流れる電流が予め設定された所定の値より大きい場合に、短絡不良（短絡が発生している）と判定される。

【００２３】

従って、レーザアブレーションまたは２光子吸収によって放出される荷電粒子を用いて電気的特性の良否が判定されるため、照射するレーザ光の波長の制約が少なく、プローブをランドに接触させずに、配線パターンの断線や短絡が簡便に検査される。

【発明の効果】

【００２４】

請求項１，７に記載の発明によれば、レーザアブレーションまたは２光子吸収を起こしてプラズマ状態とすることによって放出される荷電粒子を用いて電気的特性の良否が判定されるため、照射するレーザ光の波長の制約が少なく、プローブをランドに接触させずに、配線パターンの断線や短絡を簡便に検査できる。

【００２５】

請求項２に記載の発明によれば、強度設定手段によって、レーザ光照射手段から照射するレーザ光の強度が設定されるため、レーザアブレーションまたは２光子吸収を発生させるために必要な適正な強度に設定できる。

【００２６】

請求項３に記載の発明によれば、電圧設定手段によって、電圧印加手段により印加される電圧が設定されるため、検出精度を確保するために必要な適切な電圧に設定できる。

【００２７】

請求項４に記載の発明によれば、レーザアブレーションによって生成された正の電荷を有する金属イオンは、配線パターンの第１の検査点に止められるため、レーザアブレーションによる配線パターンの損傷を抑制できる。

【００２８】

請求項５に記載の発明によれば、レーザ光が照射される第１の検査点は減圧された空間内とされるため、空気の影響による荷電粒子及び電子の散乱が抑制され、効率的に電極に捕捉できる。

【００２９】

請求項６に記載の発明によれば、レーザ光が上方から照射されるため、レーザ光が照射される対象となるランド等からなる第１の検査点へのレーザ光の位置決めを容易化できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３０】

図１は、この発明に係る基板検査装置の一実施形態を示す側面断面図であり、図２は図１の基板検査装置の平面図である。後述する各図との方向関係を明確にするために、ＸＹＺ直角座標軸を記載している。

【００３１】

これらの図に示すように、この基板検査装置は、装置前方側（－Ｙ側）に装置本体１に対して開閉扉１１が開閉自在に配設されており、この開閉扉１１を開いた状態で、検査対象である配線パターンが形成されたプリント基板等の基板２（被検査基板に相当する）を、装置前方側中央部に設けられた搬出入部３から装置本体１内に搬入可能とされている。また、この搬出入部３の後方側（＋Ｙ側）には、検査信号を伝送する複数本（例えば、２００本）の接触子４２を備え、基板２の配線パターンのランド（検査点）に接触子４２を当接させるべく後述する検査治具４１を移動させる検査部４が設けられている。

【００３２】

更に、この検査部４に対して接触子４２を検査点に当接させるべく移動させる指示信号

及び接触子 4 2 を介して検査点に出力する検査信号等を出力すると共に、検査部 4 を介して検査信号等が入力され、検査信号を用いて基板の良否判定を行うスキャナ 7 4 が適所（ここでは、装置本体 1 内の上部）に配設されている。そして、検査部 4 及びスキャナ 7 4 による検査（すなわち、良否判定）が終了した基板 2 は、搬出入部 3 に戻され、開閉扉 1 1 が開状態とされてオペレータによって搬出可能となる。

【0033】

この基板検査装置では、搬出入部 3 と検査部 4 との間で基板 2 を搬送するために、搬送テーブル 5 が Y 方向に移動自在に設けられるとともに、搬送テーブル 5 は搬送テーブル駆動機構 6 によって Y 方向に移動されて位置決めされるように構成されている。すなわち、搬送テーブル駆動機構 6 では、Y 方向に延びる 2 本のガイドレール 6 1 が所定間隔だけ X 方向に離間して配置され、これらのガイドレール 6 1 に沿って搬送テーブル 5 がスライド自在となっている。

【0034】

また、これらのガイドレール 6 1 と平行にボールネジ 6 2 が配設され、このボールネジ 6 2 の一方（- Y 側）端が装置本体 1 に軸支されるとともに、他方（+ Y 側）端が搬送テーブル駆動用のモータ 6 3 の回転軸 6 4 と連結されている。更に、このボールネジ 6 2 には、搬送テーブル 5 を固定したブラケット 6 5 が螺合され、後述する制御部 7 1（図 3 参照）からの指令に応じてモータ 6 3 が回転駆動されると、その回転量に応じて搬送テーブル 5 が Y 方向に移動して搬出入部 3 と検査部 4 との間を往復移動される。

【0035】

図 2 を参照して、搬送テーブル 5 は、基板 2 を載置するための基板載置部 5 1 を備えている。この基板載置部 5 1 は、載置された基板 2 が 3 つの係合ピン 5 3 と係合するとともに、これらの係合ピン 5 3 と対向する方向から基板 2 を付勢する付勢手段（図示省略）によって、基板 2 が係合ピン 5 3 側に付勢されて基板載置部 5 1 上で基板 2 を保持可能となっている。また、このように保持された基板 2 の下面に形成された配線パターンに後述する下部検査ユニット 4 D の接触子 4 2 を当接させるために、基板載置部 5 1 には貫通開口（図示省略）が形成されている。

【0036】

検査部 4 は、搬送テーブル 5 の移動経路を挟んで上方側（+ Z 側）に基板 2 の上面側に形成された配線パターンを非接触で検査するための上部検査ユニット 4 U と、下方側（- Z 側）に基板 2 の下面側に形成された配線パターンを接触子 4 2 を圧接させて検査するための下部検査ユニット 4 D とを備えている。検査ユニット 4 U、4 D は、搬送テーブル 5 の移動経路を挟んで略対称に配置されている。上部検査ユニット 4 U は、下面が開放された略直方体形状のハウジング 4 4（図 4 参照）と、ハウジング 4 4 を駆動する駆動機構 4 3 と、レーザ光を出力するレーザ光照射ユニット 4 5 とを備え、下部検査ユニット 4 D は、接触子 4 2 を多針状に保持する検査治具 4 1（基板検査用治具に相当する）と、検査治具 4 1 を駆動する駆動機構 4 3 とを備えている。

【0037】

図 3 は、基板検査装置の電氣的構成の一例を示す構成図である。基板検査装置は、CPU、ROM、RAM、モータドライバ等を備えて予め ROM に記憶されているプログラムに従って装置全体を制御する制御部 7 1 と、制御部 7 1 からの指示を受け付けて駆動機構 4 3 及び搬送テーブル駆動機構 6 に対して駆動指令を出力する駆動部 7 2 と、テスターコントローラ 7 3 と、スキャナ 7 4 とを備えている。

【0038】

テスターコントローラ 7 3 は、制御部 7 1 からの検査開始指令を受け付けて、予め記憶されたプログラムに従って、基板 2 の下面側に形成された配線パターンのランドに当接された下部検査ユニット 4 D の複数本の接触子 4 2 の中から検査すべき配線パターンの両端に位置する 2 つのランドにそれぞれ接触した 1 つの接触子 4 2 を順次、選択するものである。また、テスターコントローラ 7 3 は、選択した 1 つの接触子 4 2 と、レーザ光照射ユニット 4 5 から照射されたレーザ光が照射される基板 2 の上面側に形成された配線パター

ンのランドとの間の検査を行わせるべく、スキャナ 7 4 及びレーザ光照射ユニット 4 5 (走査部 4 5 2 : 図 4 参照)へスキャン指令を出力するものである。

【0039】

一方、駆動機構 4 3 は、図 3 に示すように、装置本体 1 に対して X 方向に検査治具 4 1 (又は、ハウジング 4 4)を移動させる X 駆動部 4 3 X と、X 駆動部 4 3 X に連結されて検査治具 4 1 (又は、ハウジング 4 4)を Y 方向に移動させる Y 駆動部 4 3 Y と、Y 駆動部 4 3 Y に連結されて検査治具 4 1 (又は、ハウジング 4 4)を Z 軸回りに回転移動させる駆動部 4 3 と、駆動部 4 3 に連結されて検査治具 4 1 (又は、ハウジング 4 4)を Z 方向に移動させる Z 駆動部 4 3 Z とで構成されており、制御部 7 1 により検査治具 4 1 (又は、ハウジング 4 4)を搬送テーブル 5 に対して相対的に位置決めしたり、検査治具 4 1 (又は、ハウジング 4 4)を上下方向 (Z 方向)に昇降させて接触子 4 2 (又は、ハウジング 4 4)を基板 2 に形成された配線パターンに対して当接させたり、離間させたりすることができるように構成されている。

【0040】

<第 1 実施形態>

図 4 は、基板検査装置の要部の構成の第 1 実施形態を示す概念図である。基板 2 は、ベース基板 2 0 に複数の配線パターン 2 1、2 1 1、2 1 2 が形成されている。なお、ここでは、便宜上、3 本の配線パターンを示しているが、実際の基板 2 では、周知のように多数の配線パターンがベース基板 2 0 の上下面および内部のいずれかまたは全てに形成されている。配線パターン 2 1 は、それぞれ、ベース基板 2 0 の上面に形成された上面パターン部 2 1 a と、ベース基板 2 0 の下面に形成された下面パターン部 2 1 b と、ベース基板 2 0 内に形成された孔 (= V i a : ビア)に設けられて上面パターン部 2 1 a と下面パターン部 2 1 b とを電気的に接続するビア部 2 1 c とで構成されている。

【0041】

基板 2 の下面側に形成された下面パターン部 2 1 b には、駆動機構 4 3 によって検査治具 4 1 (図示省略)に保持されて接触子 4 2 が圧接される。この接触子 4 2 は、それぞれ、スキャナ 7 4 を構成する複数のスイッチの内の 1 のスイッチ 7 4 1 の一方端に接続されている。スイッチ 7 4 1 の他方端は電流計 7 7 (電流検出手段の一部に相当する)を介して直流電源 7 6 (電圧印加手段に相当する)に接続されている。ここで、直流電源 7 6 は、制御部 7 1 (後述する電圧設定部 7 1 c , 電圧印加部 7 1 d)からの指示に従って所定値の電圧を生成し(図 5 参照)、スキャナ 7 4 を介して接触子 4 2 と、ハウジング 4 4 に形成された電極部 4 4 2 b との間に印加するものである(図 3 参照)。

【0042】

一方、基板 2 の上面側には、駆動機構 4 3 によってハウジング 4 4 が圧接される。このハウジング 4 4 は、透明な材料(ここでは、ガラス)で形成された上壁 4 4 1 と、例えばゴムにて形成された側壁 4 4 2 とを備え、基板 2 の上面の所定範囲を覆うようにキャップ状に形成されている。なお、側壁 4 4 2 の適所には、上面パターン部 2 1 a から放出される荷電粒子(ここでは、電子)を捕捉する電極部 4 4 2 b が形成されている。駆動機構 4 3 によってハウジング 4 4 が基板 2 側に圧接されると、側壁 4 4 2 の端部 4 4 2 a が基板 2 の表面に当接して押圧されて変形し、この端部 4 4 2 a がパッキンとして機能する。その結果、基板 2 の上面及びハウジング 4 4 で取り囲まれる気密な閉空間 4 4 a が形成される。この閉空間 4 4 a 内の空気を減圧するべく、減圧ポンプ 7 5 に接続された配管 7 5 1 がハウジング 4 4 の適所(ここでは、上壁 4 4 1)を貫通して、閉空間 4 4 a と減圧ポンプ 7 5 と(減圧手段の一部に相当する)の間に接続されている。

【0043】

更に、上部検査ユニット 4 U (図示省略)には、基板 2 に形成された複数の配線パターン 2 1 のうち検査対象となる一つの配線パターン 2 1 の上面パターン部 2 1 a の検査点にレーザ光を照射するレーザ光照射ユニット 4 5 が配設されている。このレーザ光照射ユニット 4 5 は、制御部 7 1 (後述するレーザ光照射部 7 1 f)からの動作指令に従ってレーザ光 L を射出する発光部 4 5 1 と、発光部 4 5 1 から射出されたレーザ光 L を制御部 7 1

からの動作指令に従って基板 2 上の任意の位置に照射させる走査部 4 5 2 とを備えている。ここでは、発光部 4 5 1 は、波長 が 2 6 6 n m の紫外線領域のレーザ光を発光するように構成され、且つ、照射された配線パターン 2 1 の上面パターン部 2 1 a の検査点（第 1 の検査点に相当する）においてレーザアブレーションまたは 2 光子吸収が発生する強度（図 1 0 , 1 1 参照）のレーザ光を発光するものである。

【 0 0 4 4 】

また、この発光部 4 5 1 は、Q スイッチ素子等を用いてパルス駆動が可能であるように構成されている。さらに、レーザ光 L の走査を行う走査部 4 5 2 は、例えば、ガルバノミラーを用いて構成されている。そして、ここでは、制御部 7 1 からの動作指令に基づきガルバノミラーを駆動させることにより、発光部 4 5 1 から射出されたレーザ光 L を、基板 2 の上面の所望の位置（制御部 7 1 によって選択された配線パターン 2 1 の上面パターン部 2 1 a 内に設定された検査点：第 1 の検査点に相当する）に正確且つ高速に照射することができる。

【 0 0 4 5 】

加えて、ハウジング 4 4 の側壁 4 4 2 に配設された電極部 4 4 2 b と、スキャナ 7 4 のスイッチ 7 4 1 を介して下面パターン部 2 1 b に圧接される接触子 4 2 との間に電圧を付与する直流電源 7 6 が配設されている。直流電源 7 6 は、制御部 7 1（後述する電圧印加部 7 1 d）からの動作指令に従って所定値の電圧を発生するものである。ここでは、直流電源 7 6 は、ハウジング 4 4 の側壁 4 4 2 に配設された電極部 4 4 2 b が、下面パターン部 2 1 b に圧接される接触子 4 2 より高電位となるべく電圧を付与するものである。

【 0 0 4 6 】

また、直流電源 7 6 の一方の端子からハウジング 4 4 の電極部 4 4 2 b 及び検査対象となる配線パターン 2 1（ここでは、配線パターン 2 1 1）を介して直流電源 7 6 の他方の端子に戻る導電経路に電流計 7 7 が介挿されており、この導電経路を流れる電流計 7 7 によって電流値が検出される。具体的には、直流電源 7 6 のプラス側端子がハウジング 4 4 の電極部 4 4 2 b と電氣的に接続され、直流電源 7 6 のマイナス側端子が電流計 7 7 を介してスキャナ 7 4 の一方側の端子に接続され、スキャナ 7 4 の他方側の端子は、各配線パターン 2 1 の下面パターン部 2 1 b（第 2 の検査点に相当する）に対応して設けられた複数の接触子 4 2 に接続されている。

【 0 0 4 7 】

ここで、このようにして構成された基板検査装置を用いて断線検査をする方法について説明する。制御部 7 1 からの選択指示に応じてスキャナ 7 4 を構成するスイッチ 7 4 1 によって一つの配線パターン 2 1（ここでは配線パターン 2 1 1）が選択されると、配線パターン 2 1 1 の上面パターン部 2 1 1 a と電極部 4 4 2 b との間に直流電源 7 6 によって電圧が印加されているため、配線パターン 2 1 1 が断線状態にない（導通状態にある）場合には、上面パターン部 2 1 1 a と電極部 4 4 2 b との間に電界が発生する。また、制御部 7 1 からの動作指令に基づきレーザ光照射ユニット 4 5 から配線パターン 2 1 1 の上面パターン部 2 1 1 a にレーザ光 L が照射されると、上面パターン部 2 1 1 a の表面ではレーザアブレーションが起こりプラズマ状態となり、荷電粒子（電子、及び、正電荷を帯びた金属粒子）が生成される。

【 0 0 4 8 】

こうして生成された電子は、直流電源 7 6 によって形成されている電界により電極部 4 4 2 b 側に引き寄せられる。このようにして、配線パターン 2 1 1 が断線状態にない（導通状態にある）場合には、ビア部 2 1 1 c を介して下面パターン部 2 1 1 b と通電可能な上面パターン部 2 1 1 a の表面で電子が放出されて電極部 4 4 2 b に到達することにより、直流電源 7 6 のプラス側端子から、電極部 4 4 2 b、配線パターン 2 1 1、接触子 4 2 1、スキャナ 7 4（スイッチ 7 4 1）及び電流計 7 7 を経由して直流電源 7 6 のマイナス側端子に至る導通経路に電流が流れ、電流計 7 7 によってこの電流が検出される。

【 0 0 4 9 】

一方、配線パターン 2 1 1 が断線状態にある場合（例えば、ビア部 2 1 1 c の一部が欠

損していて、非導通箇所がある場合)には、上記導通経路が形成されないため、電流計 77 によって電流が検出されない。従って、電流計 77 に電流が流れるか否かによって配線パターン 21 の断線状態の検査を行うことができる。

【0050】

つぎに、配線パターン 21 の短絡検査をする方法について説明する。ここでは、基板 2 の略中央に設けられた配線パターン 211 と、基板 2 の右側に設けられた配線パターン 212 との間の短絡状態を検査する場合について説明する。制御部 71 からの選択指示に応じてスキャナ 74 を構成するスイッチ 741 によって一つの配線パターン 211 が選択されると、配線パターン 211 と配線パターン 212 とが短絡状態にある場合には、その短絡部を介して上面パターン部 212a と電極部 442b との間に電界が発生する。また、制御部 71 からの動作指令に基づきレーザ光照射ユニット 45 から配線パターン 212 の上面パターン部 212a にレーザ光 L が照射されると、上面パターン部 212a の表面ではレーザアブレーションが起こりプラズマ状態となり、荷電粒子(電子、及び、正電荷を帯びた金属粒子)が生成される。

【0051】

こうして生成された電子は、直流電源 76 によって形成されている電界により電極部 442b 側に引き寄せられる。このようにして、配線パターン 211 と配線パターン 212 とが短絡状態にある場合には、配線パターン 211 の下面パターン部 211b と短絡状態にある配線パターン 212 の上面パターン部 212a の表面で電子が放出されて電極部 442b に到達することにより、直流電源 76 のプラス側端子から、電極部 442b、配線パターン 212、配線パターン 211、接触子 421、スキャナ 74 (スイッチ 741) 及び電流計 77 を経由して直流電源 76 のマイナス側端子に至る導通経路に電流が流れ、電流計 77 によってこの電流が検出される。

【0052】

一方、配線パターン 211 と配線パターン 212 とが短絡状態にない場合には、上記導通経路が形成されないため、電流計 77 によって電流が検出されない。従って、電流計 77 に電流が流れるか否かによって配線パターン 21 の短絡状態の検査を行うことができる。

【0053】

図 5 は、制御部 71 の機能構成の一例を示す機能構成図である。制御部 71 は、例えば、パーソナルコンピュータ等からなり、ハウジング 44 によって形成される閉空間 44a 内の空気の圧力を設定する圧力設定部 71a と、減圧ポンプ 75 に対して圧力設定部 71a によって設定された圧力とするべく閉空間 44a 内を減圧する指示情報を出力する減圧部 71b と、後述する電圧印加部 71d によって直流電源 76 に印加される電圧を設定する電圧設定部 71c (電圧設定手段に相当する)と、電圧設定部 71c によって設定された電圧値の直流電圧を生成するべく直流電源 76 に対して指示情報を出力する電圧印加部 71d (電圧印加手段に相当すると、後述するレーザ光照射部 71f に対して発光するレーザ光の強度を設定する強度設定部 71e (強度設定手段に相当する)と、強度設定部 71e によって設定された強度のレーザ光を発光するべくレーザ光照射ユニット 45 に対して指示情報を出力するレーザ光照射部 71f (レーザ光照射手段の一部に相当する)と、電流計 77 からの検出信号を受け付けて電流値を取得する電流検出部 71g (電流検出手段の一部に相当する)と、電流検出部 71g によって取得された電流値が所定の閾値との大小に基づいて断線状態及び短絡状態の判定を行う判定部 71h とを備えている。

【0054】

圧力設定部 71a は、ハウジング 44 によって形成される閉空間 44a 内の空気の圧力を設定するものである。具体的には、検査時における閉空間 44a 内の空気の圧力は、 10^{-2} 気圧程度が望ましい。これよりも圧力が高いとレーザアブレーションによって発生する荷電粒子の生成効率が悪い。圧力を低くすれば、荷電粒子の生成効率は高められるが、閉空間 44a 内を所望する圧力にするまでに要する時間が増大し、検査時間が長くなってしまふ。実験によれば、 10^{-2} 気圧で十分な荷電粒子の生成効率が得られた。また、

この程度の圧力であれば、比較的短時間で達成できる。

【 0 0 5 5 】

減圧部 7 1 b は、減圧ポンプ 7 5 に対して圧力設定部 7 1 a によって設定された圧力とすべく閉空間 4 4 a 内を減圧する指示情報を出力するものである。具体的には、所定時間（例えば 1 秒）毎に閉空間 4 4 a 内の圧力の測定値を取得し、圧力の測定結果が圧力設定部 7 1 a によって設定された圧力より大きい場合には、減圧ポンプ 7 5 の減圧動作を継続させ、圧力の測定結果が圧力設定部 7 1 a によって設定された圧力以下である場合には、減圧ポンプ 7 5 の減圧動作を停止させるものである。ただし、閉空間 4 4 a 内の圧力の測定する圧力計がハウジング 4 4 の適所に配設されているものとする。

【 0 0 5 6 】

電圧設定部 7 1 c は、電圧印加部 7 1 d によって直流電源 7 6 に対して印加される電圧を設定するものである。例えば、直流電源 7 6 に対して印加される電圧 V_0 を、通常は 200 V に設定し、高精度の測定を行う場合には、400 V に設定するものである（図 10 参照）。電圧印加部 7 1 d は、電圧設定部 7 1 c によって設定された電圧値の直流電圧を生成すべく直流電源 7 6 に対して指示情報を出力するものである。

【 0 0 5 7 】

強度設定部 7 1 e は、レーザ光照射部 7 1 f に対して発光するレーザ光の強度 PW を設定するものである。例えば、レーザ光照射ユニット 4 5 を、通常は、 $40 \text{ kW} / \text{cm}^2$ で発光させ、高精度の測定を行う場合には、 $60 \text{ kW} / \text{cm}^2$ で発光させ、配線パターンの損傷を最小限とする場合には、 $25 \text{ kW} / \text{cm}^2$ で発光させるものである（図 10 参照）。レーザ光照射部 7 1 f は、強度設定部 7 1 e によって設定された強度のレーザ光を発光すべくレーザ光照射ユニット 4 5 に対して指示情報を出力するものである。

【 0 0 5 8 】

電流検出部 7 1 g は、電流計 7 7 からの検出信号を受け付けて電流値 AM を取得するものである。判定部 7 1 h は、電流検出部 7 1 g によって取得された電流値 AM が所定の閾値との大小に基づいて断線状態及び短絡状態の判定を行うものである。例えば、短絡検査を行う場合には、閾値 SH_1 は、2 mA に設定されており、断線検査を行う場合には、閾値 SH_2 は、4 mA に設定される。

【 0 0 5 9 】

つまり、判定部 7 1 h は、短絡検査を行う場合には、電流計 7 7 によって測定された電流値 AM が閾値 SH_1 より小さい場合には、短絡していない（良好である）と判定し、電流値 AM が閾値 SH_1 以上である場合には、短絡している（不良である）と判定するものである。また、判定部 7 1 h は、断線検査を行う場合には、電流計 7 7 によって測定された電流値 AM が閾値 SH_2 以上場合には、導通している（良好である）と判定し、電流値 AM が閾値 SH_2 未満である場合には、導通していない（不良である）と判定するものである。

【 0 0 6 0 】

図 6 は、基板検査装置の動作の一例を示すフローチャートである。第 1 実施形態に係る基板検査装置では、搬出入部 3 位置に位置している基板載置部 5 1 に対して未検査の基板 2 がオペレータのマニュアル（手動）による操作などによって搬入される（ステップ S 101）。そして、制御部 7 1 によって装置の各部の動作が制御され、以下のステップ S 103 ~ S 117 が実行されて基板 2 が検査される。

【 0 0 6 1 】

まず、基板載置部 5 1 の係合ピン 5 3 によって基板 2 が保持された状態で、搬送テーブル駆動機構 6 によって、搬送テーブル 5 の基板載置部 5 1 が基板 2 の検査を行うための検査位置（検査部 4 の位置）に移動される（ステップ S 103）。そして、駆動機構 4 3 によって検査ユニット 4 U、4 D が基板 2 に向かって移動され、基板 2 が上下から圧接される（ステップ S 107）。この基板 2 への下部検査ユニット 4 D の移動によって、図 4 に示すように、各接触子 4 2 の先端部がそれぞれ対応する配線パターン 2 1 の下面パターン部 2 1 b に圧接され電氣的に接続される。一方、基板 2 への上部検査ユニット 4 U の移動

によって、同図に示すように、ハウジング 4 4 と基板 2 の上面とで取り囲まれる閉空間 4 4 a が形成される。

【 0 0 6 2 】

こうして、基板 2 の検査準備が完了すると、断線検査（ステップ S 1 0 9）及び短絡検査（ステップ S 1 1 1）が実行される。なお、断線検査及び短絡検査の詳細フローチャートについては、図 7，8 を用いて後述する。そして、検査終了に伴い、下部検査ユニット 4 D 及び上部検査ユニット 4 U が基板 2 から離間する方向に移動されて、基板 2 への圧接が開放され（ステップ S 1 1 3）、搬送テーブル 5 の基板載置部 5 1 が搬出入部 3 の位置に移動されて、基板 2 の基板載置部 5 1 の係合ピン 5 3 による保持が解除される（ステップ S 1 1 5）。つぎに、検査が完了した基板 2 が搬出入部 3 から搬出されたことが確認される（ステップ S 1 1 7 で Y E S）と、ステップ S 1 0 1 に戻って上記一連の処理が実行される。

【 0 0 6 3 】

図 7 は、図 6 に示すフローチャートのステップ S 1 0 9 の断線検査処理の一例を示す詳細フローチャートである。図 6 に示すステップ S 1 0 7 で形成された閉空間 4 4 a には、大気圧と同等の気圧の空気が充満しており、この状態で閉空間 4 4 a 内の、例えば図 4 の上面パターン部 2 1 1 a にレーザ光を照射すると、空気分子が障害となってレーザアブレーションにより生ずる電子が上面パターン部 2 1 1 a の表面から安定的に放出されず、電流計 7 7 によって電流を測定することが困難となる。そこで、この第 1 実施形態では、減圧部 7 1 b からの動作指令に従って、ハウジング 4 4 内を減圧するべく減圧ポンプ 7 5 が作動され、 10^{-2} 気圧程度まで閉空間 4 4 a 内の減圧処理が行われる（ステップ S 2 0 1）。

【 0 0 6 4 】

減圧処理が完了すると、電圧印加部 7 1 d によって、図 9 に示すように、所定タイミングで、ハウジング 4 4 の電極部 4 4 2 b と配線パターン 2 1（ここでは、配線パターン 2 1 1）との間に電圧 V_0 が印加される（ステップ S 2 0 3）。これによって、配線パターン 2 1 1 が断線状態にあるとき、上面パターン部 2 1 1 a と電極部 4 4 2 b との間に電界が発生する。そして、レーザ光 L の照射により生ずる電子は、上面パターン部 2 1 1 a に戻ることなく、電極部 4 4 2 b 側に引き寄せられるため、電流計 7 7 によって定常的に電流値 A_M を測定することが可能となる。

【 0 0 6 5 】

電圧印加後は、制御部 7 1 からの選択指令に応じてスキャナ 7 4 が作動され、検査対象となる一つの配線パターン 2 1 1 が直流電源 7 6 のマイナス側出力端子と電氣的に接続される（ステップ S 2 0 5）。こうして、検査対象となる配線パターンが選択されると、図 9 に示すような所定のタイミングで、走査部 4 5 2 によって照射位置が配線パターン 2 1 1 の上面パターン部 2 1 1 a に設定されて、レーザ光照射部 7 1 f からの指令に応じてレーザ光照射ユニット 4 5 から紫外線領域のパルス状のレーザ光 L が照射される（ステップ S 2 0 7）。

【 0 0 6 6 】

レーザ光 L が照射されている間、電流検出部 7 1 g によって、電流計 7 7 からの電流値 A_M （図 9 に示される測定電流）が取得される（ステップ S 2 0 9）。そして、判定部 7 1 h によって、その電流値 A_M と閾値 $S_H 1$ とが比較されて、選択された配線パターン 2 1 1 が導通しているか否かが判定される（ステップ S 2 1 1）。そして、検査対象の配線パターン 2 1 の選択（ステップ S 2 0 5）から導通判定（ステップ S 2 1 1）までの一連の処理は、ステップ S 2 1 3 で全ての配線パターンについて検査が完了したと判定されるまで繰り返して実行される。

【 0 0 6 7 】

図 8 は、図 6 に示すフローチャートのステップ S 1 1 1 の短絡検査処理の一例を示す詳細フローチャートである。図 6 に示すステップ S 1 0 7 で形成された閉空間 4 4 a には、大気圧と同等の気圧の空気が充満しているため、減圧部 7 1 b からの動作指令に従って、

ハウジング 4 4 内を減圧するべく減圧ポンプ 7 5 が作動され、 10^{-2} 気圧程度まで閉空間 4 4 a 内の減圧処理が行われる（ステップ S 3 0 1）。

【0068】

減圧処理が完了すると、制御部 7 1 からの選択指令に応じてスキャナ 7 4 及び走査部 4 5 2 が作動され、検査対象となる 2 つの配線パターン 2 1 1, 2 1 2 選択され、配線パターン 2 1 1 が直流電源 7 6 のマイナス側出力端子と電気的に接続される（ステップ S 3 0 3）。つぎに、電圧印加部 7 1 d によって、図 9 に示すように、所定タイミングで、ハウジング 4 4 の電極部 4 4 2 b と配線パターン 2 1（ここでは、配線パターン 2 1 1）との間に電圧 V_0 が印加される（ステップ S 3 0 5）。これによって、配線パターン 2 1 1 が配線パターン 2 1 2 と短絡状態にあるとき、上面パターン部 2 1 2 a と電極部 4 4 2 b との間に電界が発生する。そして、図 9 に示すような所定のタイミングで、走査部 4 5 2 によって照射位置が配線パターン 2 1 2 の上面パターン部 2 1 2 a に設定されて、レーザ光照射部 7 1 f からの指令に応じてレーザ光照射ユニット 4 5 から紫外線領域のパルス状のレーザ光 L が照射される（ステップ S 3 0 7）。

【0069】

レーザ光 L が照射されている間、電流検出部 7 1 g によって、電流計 7 7 からの電流値 AM （図 9 に示される測定電流）が取得される（ステップ S 3 0 9）。そして、判定部 7 1 h によって、その電流値 AM と閾値 SH_2 とが比較されて、選択された配線パターン 2 1 1 と配線パターン 2 1 2 とが短絡しているか否かが判定される（ステップ S 3 1 1）。そして、検査対象の配線パターン 2 1 の選択（ステップ S 3 0 3）から短絡判定（ステップ S 3 1 1）までの一連の処理は、ステップ S 3 1 3 で全ての配線パターンの組合せについて検査が完了したと判定されるまで繰り返して実行される。

【0070】

図 9 は、図 6 に示すフローチャートのステップ S 1 1 1 の短絡検査処理（ステップ S 1 0 9 の断線検査処理）の動作の一例を示すタイミングチャートである。時刻 T_0 において、ハウジング 4 4 の電極部 4 4 2 b と配線パターン 2 1（ここでは、配線パターン 2 1 1）との間に電圧 V_0 が印加される。そして、時刻 T_1 から時刻 T_2 の間（期間 TL の間）レーザ光照射ユニット 4 5 から紫外線領域のパルス状のレーザ光 L が配線パターン 2 1 1（2 1 2）の上面パターン部 2 1 1 a（2 1 2 a）に照射される。そして、時刻 T_1 からレーザアブレーション現象が起りはじめ、電流計 7 7 によって電流値 AM が測定される。レーザアブレーション現象によって流れる電流値 AM は、その値が安定するまでに所定の時間を要するため、電流検出部 7 1 g は、例えば、時刻 T_1 から所定時間 TLM 経過後の時刻 TM での電流値 AM を取得するものである。

【0071】

図 10, 11 は、レーザ光照射ユニット 4 5 で発光されるレーザ光の強度 PW と、電流計 7 7 で測定される電流値 AM との関係の一例を示す図表である。図 10 において、横軸は、レーザ光照射ユニット 4 5 で発光されるレーザ光の強度 PW であり、縦軸は電流計 7 7 で測定される電流値 AM である。3 本のグラフ G_1 , G_2 , G_3 は、それぞれ、直流電源 7 6 によって印加される電圧 V_0 が 400, 200, 100 V の場合である。また、図 10, 11 に示すように、レーザ光の強度 PW が 20 kW/cm^2 以上の場合に、上面パターン部 2 1 a の表面でレーザアブレーション現象が発生する。ただし、レーザ光の強度 PW が 20 kW/cm^2 前後の範囲においては、いわゆる 2 光子吸収現象が発生している（図示省略）。また、レーザ光照射ユニット 4 5 の発光部 4 5 1 が、波長が 266 nm のレーザ光 L を発光する場合には、レーザ光の強度 PW が 20 kW/cm^2 未満の場合にも、光電効果によって微弱な電流が流れる。

【0072】

図 10, 11 に示すように、レーザ光の強度 PW が 20 kW/cm^2 以上の場合に、上面パターン部 2 1 a の表面でレーザアブレーション現象（または 2 光子吸収現象）が発生し、電流計 7 7 で測定される電流値 AM が、レーザ光の強度 PW 及び直流電源 7 6 によって印加される電圧 V_0 が大きい程大きくなる。従って、検査精度を向上させるために、電

流計 77 で測定される電流値 A_M を大きくするためには、レーザ光の強度 P_W 及び直流電源 76 によって印加される電圧 V_0 の少なくともいずれか一方を増大すればよい。

【0073】

このようにして、レーザアブレーション（または2光子吸収）によって放出される荷電粒子（ここでは、電子）を用いて断線及び短絡状態が判定されるため、照射するレーザ光 L の波長の制約が少なく、接触子を上面パターン部 21a に接触させずに、配線パターン 21 の断線及び短絡が簡便に検査される。

【0074】

また、強度設定部 71e によって、レーザ光照射ユニット 45 から照射するレーザ光の強度 P_W が設定されるため、レーザアブレーション（または2光子吸収）を発生させるために必要な適正な強度 P_W に設定され得る。例えば、高い検査精度が要求される場合には、照射するレーザ光 L の強度 P_W を装置又は基板 2 の損傷等の限界の最大値に設定し、逆に、基板 2 の損傷を最小限に抑える場合には、検出可能な限界の最小値に設定することが可能となる。

【0075】

更に、電圧設定部 71c によって、電圧印加部 71d により直流電源 76 の両端に印加される電圧 V_0 が設定されるため、検出精度を確保するために必要な適切な電圧 V_0 に設定され得る。例えば、高い検査精度が要求される場合には、印加する電圧 V_0 を装置の損傷等の限界の最大値に設定し、逆に、装置の損傷等を最小限に抑える場合には、検出可能な限界の最小値に設定することが可能となる。

【0076】

加えて、直流電源 76 によって、電極部 442b の電位が配線パターン 21（上面パターン部 21a）の電位よりも高電位となるべく電圧 V_0 が印加されるため、レーザアブレーション（または2光子吸収）によって発生した電子が電極部 442b に捕捉される。従って、レーザアブレーションによって生成された正の電荷を有する金属イオンは、配線パターン 21 の上面パターン部 21a に止められるため、レーザアブレーションによる配線パターン 21 の損傷が抑制される。

【0077】

加えて、ハウジング 44 によって、配線パターン 21 の上面パターン部 21a を包含する閉空間 44a が形成され、減圧部 71b（減圧ポンプ 75）によって、ハウジング 44 により形成された閉空間 44a 内が減圧されている。従って、レーザ光 L が照射される配線パターン 21 の上面パターン部 21a は減圧された空間内とされるため、空気の使用による荷電粒子及び電子の散乱が抑制され効率的に電極部 442b に捕捉される。

【0078】

また、荷電粒子（ここでは、電子）を捕捉する電極部 442b がハウジング 44 の側壁 442 に配設されると共に、ハウジング 44 の上壁 441 が透明な材料（ここでは、ガラス）で形成されており、レーザ照射光ユニット 45 によって、基板 2 の上方から透明な上壁 441 を透過してレーザ光 L が照射される。従って、レーザ光 L が上方から照射されるため、レーザ光 L が照射される対象となるランド等からなる上面パターン部 21a への走査部 452 によるレーザ光 L の位置決めが容易となる。

【0079】

< 第2実施形態 >

図 12 は、基板検査装置の要部の構成の第2実施形態を示す概念図である。ここでは、図 4 に示す第1実施形態と同様の構成要素については同一の符号を付し、以下に主に、第1実施形態と異なる部分について説明する。この第2実施形態にかかる基板検査装置は、電圧印加用の電極部 442b を設けることなく構成されたもので、選択された配線パターン 211 と、配線パターン 211 の周囲に配設されている全ての配線パターン、あるいは一部の配線パターンとの間に電圧 V_0 を印加し、レーザ光 L が照射された配線パターン 211 からの電子の捕捉を効率よく行うように構成された装置である。このような構成を実現するために第2実施形態においては、直流電源 76' のプラス側端子がスキャナ 74

の一方側端子bに接続されていると共に、直流電源76'のマイナス側端子が電流計77'を介してスキャナ74'の他方側端子aに接続されている。

【0080】

一方、基板2の上面側には、駆動機構43によってハウジング44'が圧接される。このハウジング44'は、透明な材料(ここでは、ガラス)で形成された上壁441'と、例えばゴムにて形成された側壁442'とを備え、基板2の上面の所定範囲を覆うようにキャップ状に形成されている。

【0081】

ここで、例えば図12に示すように、スキャナ74'を構成する複数のスイッチ部のうちスイッチ741'のみがa端子側を選択され、残りのスイッチ742', 743'はb端子側を選択されている場合について説明する。この場合、このスイッチ741'に繋がる配線パターン211が検査対象として選択された配線パターンに相当することとなって、直流電源76'によってスイッチ742', 743'に繋がる配線パターン212, 213には所定の電圧V0'が印加され、上面パターン部21aに対してレーザ光Lが照射される。

【0082】

そして、この配線パターン211が断線状態にない(導通状態にある)場合には、配線パターン211の他端部(下面パターン部211b)と、スイッチ742', 743'に繋がる配線パターン212, 213との間に電圧が印加されているため、それらの配線パターン212, 213の上面パターン部212a, 231aと、検査対象の配線パターン211の上面パターン部211aとの間に電界が発生しており、レーザ光Lの照射によるレーザアブレーションによって検査対象の配線パターン211の上面パターン部211aから放出された電子は電界により配線パターン212, 213の上面パターン部212a, 231aに引き寄せられる。このため、検査対象の配線パターン211が断線状態にない(導通状態にある)ときには、直流電源76'から配線パターン212, 213および検査対象の配線パターン211を経由して直流電源76'に戻る導電経路が形成され、検査対象の配線パターン211を流れる電流値AM'を電流計77'で測定することができる。

【0083】

一方、検査対象の配線パターン211が断線等によって断線状態にある(導通状態にない)ときには、上記導電経路は形成されず、電流計77'によって検出される電流値AM'は零(または、断線状態の電流値AM'よりも大きく低下した値)となる。従って、検査対象の配線パターン211を流れる電流値を検出することによって、検査対象の配線パターン211の断線状態を精度よく、しかも安定して判定することが可能となる。

【0084】

なお、第2実施形態においては、上述した装置を用いて断線検査を行う際には、各配線パターン21(下面パターン部21b)間の短絡検査を事前に行う必要がある。各下面パターン部21b間に短絡部分がある場合には、スキャナ74'の切り替え状態によっては、電流が流れてしまう虞れがあるからである。各下面パターン部21b側からの短絡検査については、従来から種々の方法が知られているため、ここでは記載を省略する。

【0085】

なお、本発明は以下の形態をとることができる。

【0086】

(A)第1及び第2実施形態においては、レーザ光照射ユニット45(発光部451)が紫外線領域のレーザ光Lを発光する場合について説明したが、レーザ光照射ユニット45(発光部451)がその他の領域(例えば、可視光領域、赤外線領域)のレーザ光Lを発光する形態でもよい。

【0087】

(B)第1実施形態においては、電極部442bがハウジング44の側壁442に配設されている場合について説明したが、電極部442bがハウジング44の上壁441に配

設されている形態でもよい。

【 0 0 8 8 】

(C) 第 1 実施形態においては、直流電源 7 6 が電極部 4 4 2 b を下面パターン部 2 1 b に圧接される接触子 4 2 より高電位となるべく電圧を付与する場合について説明したが、逆に、電極部 4 4 2 b を下面パターン部 2 1 b に圧接される接触子 4 2 より低電位となるべく電圧を付与する形態でもよい。この場合には、レーザーアブレーションによって生成された正電荷を帯びた金属粒子が直流電源 7 6 によって付与された電圧によって電極部 4 4 2 b に移動することによって導電経路が形成される。

【 0 0 8 9 】

(D) 第 1 及び第 2 実施形態においては、基板 2 の上面及びハウジング 4 4 で取り囲まれる気密な閉空間 4 4 a が減圧ポンプ 7 5 によって減圧される場合について説明したが、基板検査装置全体が減圧された空間内に配設されている形態でもよい。この場合には、ハウジング 4 4 によって気密な閉空間 4 4 a を形成する必要はない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 0 】

【 図 1 】 この発明に係る基板検査装置の一実施形態を示す側面断面図である。

【 図 2 】 図 1 に示す基板検査装置の平面図である。

【 図 3 】 基板検査装置の電氣的構成の一例を示す構成図である。

【 図 4 】 基板検査装置の要部の構成の第 1 実施形態を示す概念図である。

【 図 5 】 制御部の機能構成の一例を示す機能構成図である。

【 図 6 】 基板検査装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【 図 7 】 図 6 に示すフローチャートのステップ S 1 0 9 の断線検査処理の一例を示す詳細フローチャートである。

【 図 8 】 図 6 に示すフローチャートのステップ S 1 1 1 の短絡検査処理の一例を示す詳細フローチャートである。

【 図 9 】 図 6 に示すフローチャートのステップ S 1 1 1 の短絡検査処理（ステップ S 1 0 9 の断線検査処理）の動作の一例を示すタイミングチャートである。

【 図 1 0 】 レーザ光照射ユニットで発光されるレーザー光の強度 P W と、電流計で測定される電流値 A M との関係の一例を示す図表である。

【 図 1 1 】 レーザ光照射ユニットで発光されるレーザー光の強度 P W と、電流計で測定される電流値 A M との関係の一例を示す図表である。

【 図 1 2 】 基板検査装置の要部の構成の第 2 実施形態を示す概念図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 1 】

- 1 装置本体
- 2 基板
- 3 搬出入部
- 4 D 下部検査ユニット
- 4 U 上部検査ユニット
- 4 1 検査治具
- 4 2 接触子
- 4 3 駆動機構
- 4 4 ハウジング
- 4 4 1 上壁
- 4 4 2 側壁
- 4 4 2 b 電極部
- 4 4 a 閉空間
- 4 5 レーザ光照射ユニット（レーザー光照射手段の一部）
- 4 5 1 発光部
- 4 5 2 走査部

- 7 1 制御部
 - 7 1 a 圧力設定部
 - 7 1 b 減圧部（減圧手段の一部）
 - 7 1 c 電圧設定部（電圧設定手段）
 - 7 1 d 電圧印加部（電圧印加手段の一部）
 - 7 1 e 強度設定部（強度設定手段）
 - 7 1 f レーザ光照射部（レーザ光照射手段の一部）
 - 7 1 g 電流検出部（電流検出手段の一部）
 - 7 1 h 判定部
- 7 2 駆動部
- 7 3 テスターコントローラ
- 7 4 スキャナ
- 7 5 減圧ポンプ（減圧手段の一部）
- 7 6 直流電源（電圧印加手段の一部）
- 7 7 電流計（電流検出手段の一部）

【手続補正 3】

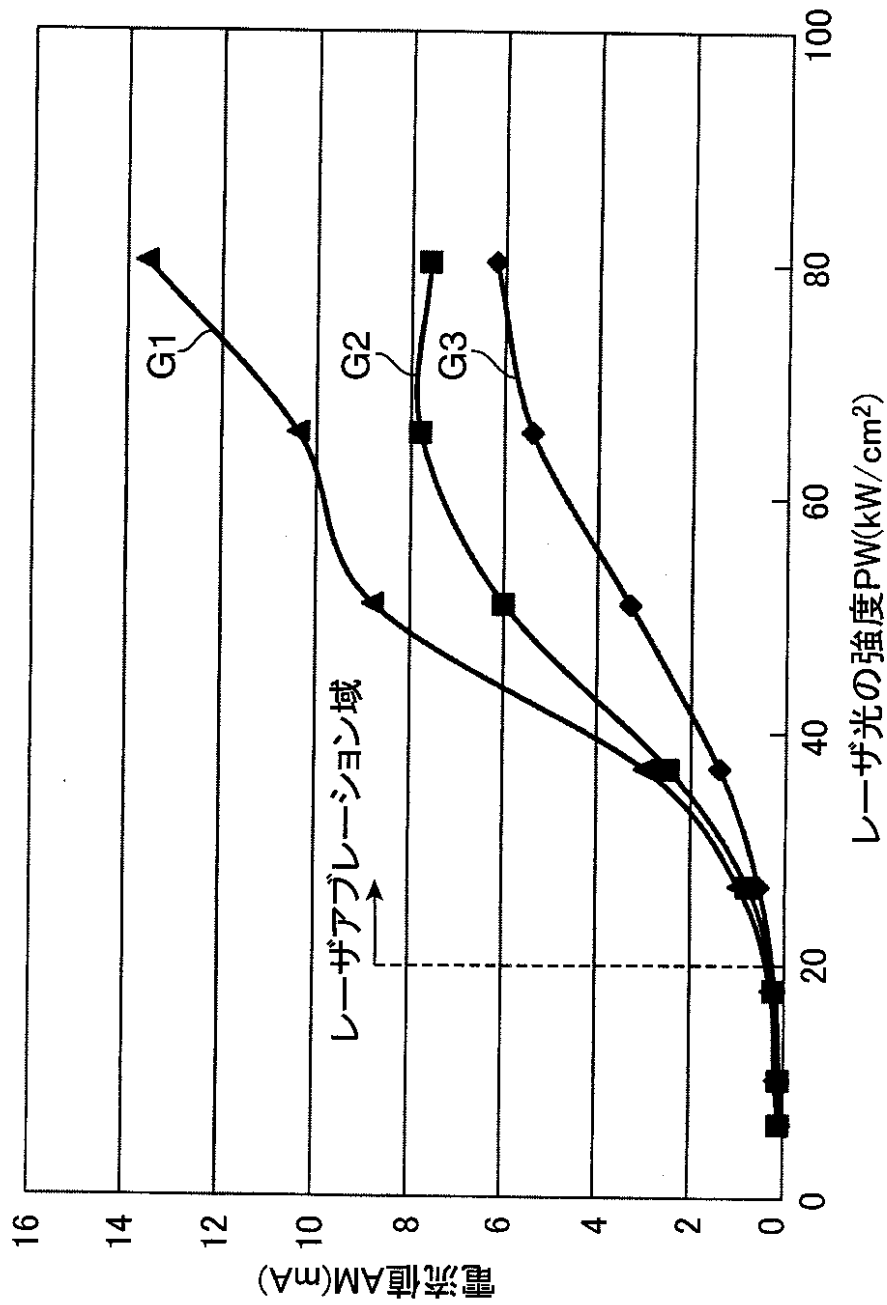
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 0】



【手続補正 4】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

レーザー光の強度 (kW/cm ²)	電流値 (mA)			波長 λ (nm)	
	E=100V	E=200V	E=400V	λ =266	λ >355
6	0.08	0.11	0.12	光電効果 レーザーアブレーション	(光電効果発生せず) レーザーアブレーション
10	0.1	0.12	0.2		
18	0.2	0.23	0.3		
27	0.56	0.8	1		
37	1.4	2.48	3	レーザーアブレーション	レーザーアブレーション
51	3.3	6	8.8		
66	5.4	7.8	10.4		
80	6.2	7.6	13.6		