

明 細 書

発明の名称：半導体故障解析装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体故障解析装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの微細化が進んでいる。半導体デバイスの微細化のため、半導体デバイスを製造するための露光技術及びパターニング技術の向上が望まれる。これらの技術によって製造された半導体デバイスが正常に動作するか否かを検査する技術も重要である。さらには、半導体デバイスが正常に動作しない場合には、不具合の原因を明らかにする技術も重要である。

[0003] 特許文献 1、2 は、半導体デバイスを検査する装置を開示する。特許文献 1、2 に開示された検査装置は、電気信号が与えられた半導体デバイスに光を照射する。半導体デバイスに照射された光は、半導体デバイスの状態に応じた反射光となる。そして、特許文献 1、2 に開示された検査装置は、反射光を利用して、半導体デバイスの動作状態に関する情報を得る。特許文献 1 の検査装置は、所定の周波数で動作している半導体デバイスの部位に関する情報を得る。特許文献 2 の検査装置は、半導体デバイスの故障箇所に生じる熱源に関する情報を得る。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 1 4 - 9 2 5 1 4 号公報

特許文献2：国際公開第 2 0 1 6 / 0 5 6 1 1 0 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 半導体故障解析装置の技術分野では、より微細な領域を解析するために、分解能のさらなる向上が望まれている。

[0006] 本発明は、分解能を向上させることが可能な半導体故障解析装置を提供す

る。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の一形態は、刺激信号に対する応答を利用して半導体デバイスを含む故障箇所を解析する半導体故障解析装置である。半導体故障解析装置は、半導体デバイスに刺激信号を印加する信号生成部と、半導体デバイスに照射される照射光を生成する光源と、照射光の光路上に配置される固浸レンズと、照射光が半導体デバイスで反射されて生成された反射光を受け、反射光に応じる検出信号を出力する光検出部と、光源と固浸レンズとの間に配置されて固浸レンズを介して半導体デバイスに照射光を出射すると共に、固浸レンズと光検出部との間に配置されて固浸レンズを介して受けた反射光を光検出部に出射する光学系と、検出信号から半導体デバイスの故障箇所に関する情報を得る解析部と、を備える。光源は、中心波長が880nm以上980nm以下である照射光を出射する。固浸レンズは、ガリウムヒ素（GaAs）によって形成されている。
- [0008] 半導体故障解析装置は、刺激信号が与えられた半導体デバイスの故障箇所を特定する場合に、中心波長が880nm以上980nm以下である照射光をガリウムヒ素によって形成された固浸レンズを介して、半導体デバイスに照射する。中心波長が880nm以上980nm以下である照射光は、解析対象である半導体デバイスを十分に透過する。従って、故障箇所を特定することが可能な光強度を持った反射光を得ることができる。さらに、ガリウムヒ素によって形成された固浸レンズの屈折率は、空気の屈折率よりも高い。従って、開口数（NA）を高めることができる。その結果、照射光のスポット径を小さくすることが可能になるので、分解能を向上させることができる。
- [0009] 一形態において、光源は、中心波長が900nm以上960nm以下である照射光を出射してもよい。この構成によれば、分解能を好適に向上させることができる。
- [0010] 一形態において、解析部は、熱源位置特定部を有してもよい。熱源位置特

定部は、検出信号及び刺激信号に基づいて、刺激信号に対する応答として半導体デバイスに生じる熱源の位置を特定してもよい。この構成によれば、半導体デバイスの内部に発生した熱源の位置を特定することができる。

- [0011] 一形態において、解析部は、動作周波数特定部を有してもよい。動作周波数特定部は、検出信号及び刺激信号に基づいて、刺激信号に対する応答として半導体デバイスに生じる所定の周波数で動作する位置を特定してもよい。この構成によれば、半導体デバイスに生じる所定の周波数で動作する位置を特定することができる。

発明の効果

- [0012] 本発明によれば、分解能を向上させることが可能な半導体故障解析装置が提供される。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]図1は、半導体故障解析装置の構成要素を示すブロック図である。
- [図2]図2は、半導体デバイスの故障箇所を特定する手段の例を説明するための図である。
- [図3]図3は、固浸レンズを構成する材料ごとに、光の波長と光透過率との関係を示すグラフである。
- [図4]図4は、固浸レンズを構成する材料ごとに、光の波長と屈折率との関係を示すグラフである。
- [図5]図5は、ガリウムヒ素によって形成された固浸レンズが有する光の波長と光透過率との関係を示すグラフである。
- [図6]図6は、シリコンが有する光透過率を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0014] 以下、添付図面を参照しながら本発明を実施するための形態を詳細に説明する。図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。
- [0015] 図1に示すように、半導体故障解析装置は、被検査体である半導体デバイス100などの被検査体が含む故障箇所を特定する。以下の説明では、半導

体故障解析装置を単に解析装置 1 と称する。

- [0016] 半導体デバイス 100 としては、例えば、トランジスタ等の P N ジャンクションを有する集積回路（例えば、小規模集積回路（S S I : Small Scale Integration）、中規模集積回路（M S I : Medium Scale Integration）、大規模集積回路（L S I : Large Scale Integration）、超大規模集積回路（V L S I : Very Large Scale Integration）、超々大規模集積回路（U L S I : Ultra Large Scale Integration）、ギガ・スケール集積回路（G S I : Giga Scale Integration））、大電流用／高圧用 M O S トランジスタ、バイポーラトランジスタ等のパワーデバイス、及びメモリ・ストレージデバイス等が挙げられる。
- [0017] なお、被検査体としては、固片化された半導体デバイス 100 に限定されない。被検査体は、複数の半導体デバイス 100 が形成されている半導体ウェハであってもよい。
- [0018] 図 2 は、故障箇所を特定する手法を概念的に示す図である。図 2 に示す半導体デバイス 100 は、解析装置 1 に配置された状態に合わせている。図 2 では、照射光 L 1 を受ける面を上側にして図示している。半導体デバイス 100 は、一例として、保護層 101、配線層 102、プロセス層 103、絶縁層 104、基板 105 を含む積層構造を有する。配線層 102 は、金又はアルミニウムといった金属製の配線パターンを含む。プロセス層 103 は、M O S トランジスタ 103 a といった複数の電氣的機能部を含む。基板 105 は、シリコンによって形成されている。基板 105 の厚さは、50 nm 以上 200 nm 程度である。基板 105 の厚さは、一例として 80 nm である。半導体デバイス 100 に光を照射すると、ある層では光が透過する。また、別の層では光が反射する。例えば、基板 105 側から光を照射すると、光は、基板 105 及び絶縁層 104 を透過することがある。また、基板 105 側から光を照射すると、光は、プロセス層 103 において反射することがある。
- [0019] 反射光の強度は、照射光 L 1 の強度よりも基本的に小さい。つまり、反射

光の強度は、基板 105 及び絶縁層 104 を透過する間に光が受ける要因によって減衰する。例えば、光は、基板 105 を構成する材料の光透過率の影響を受ける。また、光の強度は、光路を構成する材料の屈折率の影響を受けることもある。さらに、光の強度は、光路を構成する層に形成される電界の影響を受けることもある。そこで、入射光の強度に対する反射光の強度の割合を見かけの反射率として定義する。反射率の変化が屈折率の変化及び電界の影響を反映している。従って、反射率の分布を得ることにより、半導体デバイス 100 の内部の状態を知ることができる。例えば、配線層 102 に電気抵抗値が高い箇所 102a が発生しており、当該箇所 102a においてジュール熱が生じていると仮定する。その結果、ジュール熱によって温度が上昇した絶縁層 104 及び基板 105 の屈折率に変化が生じた箇所 105a が生じる。屈折率の変化は、反射率の変化として現れる。つまり、反射率の分布を知ることにより、異常な発熱を生じている箇所の位置を特定することが可能になる。異常な発熱を生じている箇所の位置とは、故障箇所の位置である。

[0020] 再び図 1 を参照する。解析装置 1 は、テスト 2（信号生成部）と、光源 3 と、固浸レンズ 4 と、光検出部 5 と、光学系 6 と、コンピュータ 7 と、を有する。解析装置 1 は、その他の付加的な構成要素を有していてもよい。例えば、解析装置 1 は、半導体デバイス 100 を光学系 6 に対して相対的に移動させるステージを有してもよい。

[0021] テスタ 2 は、刺激信号を出力する。テスト 2 は、半導体デバイス 100 に接続されている。テスト 2 は、刺激信号を半導体デバイス 100 に印加する。テスト 2 は、コンピュータ 7 から入力される制御信号に基づいて刺激信号を生成する。テスト 2 は、制御信号に基づいて刺激信号の出力の開始と停止とを行う。刺激信号は、解析の態様によってその特性を決定してよい。また、電源又はパルスジェネレータ等をテスト 2 として用いてもよい。

[0022] 例えば、解析の一態様は、熱源位置の特定である。熱源位置を特定する場合には、テスト 2 は、刺激信号として比較的低い周波数の変調電流を与える

。例えば、半導体デバイス１００の内部に短絡した箇所が含まれている場合には、変調電流に起因して短絡した箇所が発熱する。その結果、半導体デバイス１００には、熱源が生じる。変調電流に起因して発熱する熱源の温度は、変調電流の周波数に応じて周期的に変化する。温度の変化は、熱源の周囲に存在すると共に照射光及び反射光が通過する部材の屈折率に変化を及ぼす。屈折率の変化は、反射光の強度に変化をもたらす。その結果、照射光の強度に対する反射光の強度の度合いである反射率が変化する。熱源の温度変化に起因する反射率の変化を刺激信号に対する応答として利用することにより、半導体デバイス１００が含む故障箇所の一例である短絡した箇所を特定できる。

[0023] 例えば、解析の別の態様は、目的とした周波数で動作している回路位置の特定である。このような解析技術として、光プロービング技術が知られている。光プロービング技術は、EOP (Electro Optical Probing) 又はE OFM (Electro-Optical Frequency Mapping) とも称される。光プロービング技術では、光源から出射された光を集積回路に照射する。次に、集積回路で反射された反射光を光センサで検出する。次に、光センサから検出信号を取得する。そして、取得した検出信号から、目的とする周波数を有する信号成分を選び出す。この信号成分が有する振幅エネルギーを時間的な経過として表示する。また、振幅エネルギーを２次元のマッピングとして表示する。つまり、光プロービング技術では、駆動中の半導体デバイス１００から出射される光の強度変調に基づいて、半導体デバイス１００の故障解析が行われる。そこで、テスト２は、所定の変調周波数を有する電気信号を半導体デバイス１００に印加する。この場合の変調周波数は、熱源位置を特定する解析に用いる刺激信号の周波数よりも高くてもよい。例えば、テスト２は、刺激信号として半導体デバイス１００の駆動信号と同等の周波数の駆動電流を与える。

[0024] 上記のように、解析の態様にはいくつか種類がある。しかし、その違いは、第１に半導体デバイス１００に印加する刺激信号の態様であり、第２に刺

激信号に応じて得られる検出信号の処理内容である。つまり、解析の態様が異なったとしても、解析装置 1 の構成としては、おおむね相違はない。

[0025] 光源 3 は、照射光 L 1 を発生する。照射光 L 1 の中心波長は、880 nm 以上 980 nm 以下であってよい。中心波長が 880 nm 以上 980 nm 以下である場合に、照射光 L 1 は、20 nm 程度の帯域を有してもよい。照射光 L 1 の中心波長は、900 nm 以上 960 nm 以下であってよい。中心波長が 900 nm 以上 960 nm 以下である場合に、照射光 L 1 は、20 nm 程度の帯域を有してもよい。

[0026] 光源 3 は、上記の波長特性を有する照射光 L 1 が出射可能な構成を適宜採用してよい。例えば、光源 3 は、SLD (Super Luminescent Diode) 又は LED (Light Emitting Diode) で構成されてもよい。また、光源 3 は、ランプ光源とバンドパスフィルタ等の光学フィルタを組み合わせたインコヒーレント光源等で構成されていてもよい。光源 3 は、LD (Laser Diode) 等のレーザー光源等であってもよい。照射光 L 1 は、CW 光であってもよい。照射光 L 1 は、パルス光であってもよい。

[0027] 光源 3 から出力された照射光 L 1 は、まず、光学系 6 に入射される。光学系 6 は、照射光 L 1 を固浸レンズ 4 に導く。例えば、光学系 6 は、偏光ビームスプリッタ 6 1 及び対物レンズ 6 2 を含んでいる。さらに、光学系 6 は、これらの他に、照射光 L 1 のための光学系品を適宜採用してよい。例えば、光学系 6 は、光スキャナを含んでもよい。光スキャナは、半導体デバイス 100 における照射光 L 1 の照射位置を変更する。光スキャナは、例えば、ガルバノミラースキャナ、ポリゴンミラースキャナ、MEMS ミラースキャナなどである。光スキャナは、照射光 L 1 を半導体デバイス 100 の所望の位置に導く。光学系 6 から出力された照射光 L 1 は、固浸レンズ 4 を介して半導体デバイス 100 に照射される。より詳細には、照射光 L 1 は半導体デバイス 100 に対して設定された計測点に照射される。

[0028] 固浸レンズ 4 は、半球形状または超半球形状である。固浸レンズ 4 は、半導体デバイス 100 に対して光学的に密着する。固浸レンズ 4 は、半導体デ

バイス100における解析対象となる位置に対して照射光L1を集光しながら照射する。従って、固浸レンズ4を構成する材料は、半導体デバイス100へ照射される照射光L1を透過する性質を有する。同様に、固浸レンズ4を構成する材料は、半導体デバイス100から出射される反射光L2を透過する性質を有する。

[0029] 光を透過する性質を有する材料として、固浸レンズ4は、ガリウムヒ素（GaAs）を採用する。以下、GaAsの光学的な特性としての光透過性について説明する。図3は、GaAsの光透過率を示す。また、図3には、比較例として、ガリウムリン（GaP）及びシリコン（Si）の光透過率も併せて示す。横軸は、光の波長を示す。縦軸は光透過率を示す。グラフG3a～G3eは、GaAsの光透過率を示す。グラフG3fは、GaPの光透過率を示す。グラフG3gは、Siの光透過率を示す。

[0030] グラフG3a～G3eを参照すると、GaAsは、850nmより長い波長の光を透過する性質を有することがわかる。さらに詳細には、GaAsは、光透過率と光の波長との関係において、光透過率が急激に変化する帯域を有する。このような帯域に含まれる波長を、単にカットオフ波長とも呼ぶ。GaAsのカットオフ波長は、例えば880nm以上980nm以下の範囲に存在する。光の波長が短波長から長波長側に変化すると、光透過率は、0%から80%以上にまで急激に増加する。さらに、光透過率と光の波長との関係は、GaAsの温度によっても変化する。グラフG3a～G3eは、それぞれ温度が0℃（グラフG3a）、50℃（グラフG3b）、100℃（グラフG3c）、150℃（グラフG3d）、200℃（グラフG3e）であるときの光透過率を示す。つまり、GaAsの温度が高くなるにしたがって、光透過率が急激に変化するカットオフ波長は、長波長側に移動する。

[0031] 固浸レンズの材料として、例えば、GaPが採用されることもある。グラフG3fを参照すると、GaPは、500nmより長い波長の光を透過することがわかる。例えば、GaPのカットオフ波長は、おおむね500nm以上600nmの範囲に含まれる。つまり、GaPのカットオフ波長は、Ga

A s のカットオフ波長よりも短い。換言すると、G a A s のカットオフ波長は、G a P のカットオフ波長よりも長い。

[0032] 固浸レンズの材料として、例えば、S i が採用されることもある。グラフ G 3 g を参照すると、S i は、1 0 0 0 n m より長い波長の光を透過することがわかる。例えば、固浸レンズとして有効に使用可能な厚さの S i のカットオフ波長は、おおむね 1 0 0 0 n m 以上 1 2 0 0 n m の範囲に含まれる。つまり、S i 固浸レンズのカットオフ波長は、G a A s のカットオフ波長よりも長い。換言すると、G a A s のカットオフ波長は、S i のカットオフ波長よりも短い。

[0033] G a A s の別の光学的な特性である屈折率について説明する。図 4 は、G a A s、G a P 及び S i の屈折率と波長との関係を示す。グラフ G 4 a は、G a A s の屈折率を示す。グラフ G 4 b は、G a P の屈折率を示す。グラフ G 4 c は、S i の屈折率を示す。例えば、グラフ G 4 a によれば、G a A s の屈折率は、3. 4 0 以上 4. 4 0 以下程度である。例えば、入射される光の波長が 1 0 6 4 n m であるとき、G a A s の屈折率は、3. 4 7 である。また、入射される光の波長が 9 4 0 n m であるとき、G a A s の屈折率は、3. 5 7 である。

[0034] G a A s の屈折率は、例えば、グラフ G 4 b に示される G a P の屈折率よりも高い。より詳細には、図 4 の横軸に示す 5 0 0 n m から 1 5 0 0 n m の範囲のすべてにおいて、G a A s の屈折率は、G a P の屈折率よりも高い。例えば、入射される光の波長が 7 8 0 n m であるとき、G a P の屈折率は、3. 2 1 である。また、入射される光の波長が 6 7 0 n m であるとき、G a P の屈折率は、3. 2 7 である。従って、G a A s は、屈折率が高いという点で G a P よりも分解能の向上に有利である。

[0035] 再び図 1 を参照する。照射光 L 1 に応じて計測点で反射された光（反射光 L 2）は、固浸レンズ 4 及び対物レンズ 6 2 を経て偏光ビームスプリッタ 6 1 に入力される。この時、反射光 L 2 の光路にショートパスフィルタを配置することにより、半導体デバイス 1 0 0 で発生した赤外線を遮光することが

できる。さらに、偏光ビームスプリッタ61に入力される光は、 $\lambda/4$ 板を二回透過する。その結果、偏光方向が傾く。偏光方向が傾いた反射光は、偏光ビームスプリッタ61を透過する。偏光ビームスプリッタ61を透過した反射光L2は、光検出部5に入力される。

[0036] このように、本実施形態の光学系は、コンフォーカル光学系である。本実施形態の光学系は、限られた焦点範囲からの反射光L2が検出できる。コンフォーカル光学系を構成する要素としては、ピンホールを採用してもよい。また、コンフォーカル光学系を構成する要素として、光ファイバのコア及びクラッドの屈折率差を利用した構成を採用してもよい。

[0037] 光検出部5は、照射光L1に応じて半導体デバイス100において反射された反射光L2の光強度などを検出する。光検出部5は、検出した反射光L2をアナログ信号である検出信号に変換する。そして、光検出部5は、検出信号を出力する。光検出部5は、APD (Avalanche PhotoDiode) やPD (PhotoDiode)、PMT (PhotoMultiplier Tube)、SiPM (Silicon photomultipliers) 等である。

[0038] コンピュータ7は、データ解析部71と、制御部72と、を有する。データ解析部71は、半導体デバイス100の故障箇所を特定する。制御部72は、解析装置1を構成する各種要素の動作を制御する。コンピュータ7は、物理的には、RAM、ROM等のメモリ、CPU等のプロセッサ（演算回路）、通信インターフェイス、ハードディスク等の格納部を備える。コンピュータ7としては、例えばパーソナルコンピュータ、クラウドサーバ、スマートデバイス（スマートフォン、タブレット端末など）などが挙げられる。コンピュータ7は、メモリに格納されるプログラムをコンピュータシステムのCPUで実行することにより機能する。さらに、データ解析部71は、解析の態様に応じた処理部を含んでよい。例えば、データ解析部71は、熱源位置特定部71a及び／又は動作周波数特定部71bを含む。熱源位置特定部71aは、熱源の位置を特定するための処理を行う。動作周波数特定部71bは、検出信号及び刺激信号に基づいて、刺激信号に対する応答として半導

体デバイスに生じる所定の周波数で動作する位置を特定する処理を行う。

- [0039] 制御部 7 2 は、例えば、光制御部 7 2 a 及びテスト制御部 7 2 b を含む。
光制御部 7 2 a は、光源 3 及び光学系 6 に対して制御信号を出力する。このような制御信号として、例えば、照射光 L 1 を走査するために光スキャナを駆動する信号が挙げられる。テスト制御部 7 2 b は、テスト 2 から半導体デバイス 1 0 0 に出力する刺激信号を制御するための制御信号を出力する。

[0040] <作用効果>

解析装置 1 は、刺激信号が与えられた半導体デバイス 1 0 0 の故障箇所を特定する場合に、中心波長が 8 8 0 n m 以上 9 8 0 n m 以下である照射光 L 1 を G a A s によって形成された固浸レンズ 4 を介して、半導体デバイス 1 0 0 に照射する。中心波長が 8 8 0 n m 以上 9 8 0 n m 以下である照射光 L 1 は、解析対象であってシリコンにより形成された半導体デバイス 1 0 0 を十分に透過する。その結果、故障箇所を特定することが可能な光強度を持った反射光 L 2 を得ることができる。さらに、G a A s によって形成された固浸レンズ 4 の屈折率は、空気及び G a P の屈折率よりも高い。従って、開口数 (N A) を高めることができる。その結果、照射光 L 1 のスポット径を小さくすることが可能になる。従って、分解能を向上させることができる。

- [0041] 半導体デバイス 1 0 0 に刺激信号を印加すると、刺激信号の態様に関わらずパターン配線又は電気的な機能部において発熱が生じる。そして、故障箇所では、発熱の程度が大きくなる傾向にある。このような発熱を利用する解析において、中心波長が 8 8 0 n m 以上 9 8 0 n m 以下である照射光 L 1 と、G a A s によって形成した固浸レンズ 4 と、の組み合わせは、特に有利である。

- [0042] 図 5 は、図 3 と同様に、G a A s の波長と光透過率との関係を示す。図 5 は、8 9 0 n m から 9 6 0 n m の範囲を拡大して示している。グラフ G 5 a ~ G 5 f は、それぞれ G a A s の温度が 6 0 °C (グラフ G 5 a) 、7 0 °C (グラフ G 5 b) 、8 0 °C (グラフ G 5 c) 、9 0 °C (グラフ G 5 d) 、1 0 0 °C (グラフ G 5 e) 、1 1 0 °C (グラフ G 5 f) であるときの光透過率を

示す。例えば、照射光L1の波長を920nmと仮定する。さらに、固浸レンズ4の温度が60℃から110℃の間で変化した場合を仮定する。この場合には、固浸レンズ4の光透過率は、5%から70%の範囲で変化する。つまり、固浸レンズ4の光透過率は、固浸レンズ4の温度に応じて大きく変化する。

[0043] 照射光L1及び反射光L2は、半導体デバイス100の基板105等だけでなく、固浸レンズ4も通る。そして、照射光L1及び反射光L2は、固浸レンズ4を通る際に、固浸レンズ4の温度変化に起因する光透過率の変化の影響を受ける。つまり、照射光L1及び反射光L2は、熱源から発せられる熱によって温度が変化した半導体デバイス100の屈折率の影響を受ける。さらに、照射光L1及び反射光L2は、固浸レンズ4の光透過率の変化の影響も受ける。その結果、発熱によって反射光L2の光強度が大きく変化するので、反射率の変化も大きくなる。そうすると、計測位置ごとの温度の相違が僅かであっても、大きな反射率の変化として現れる。従って、温度に対する分解能を向上することが可能である。

[0044] 要するに、照射光L1の中心波長が、GaAsのカットオフ周波数の帯域に含まれているので、温度に対する分解能が向上する。つまり、照射光L1の中心周波数は、正常温度と異常温度とを包含する温度範囲において大きな光透過率の変化が得られる値に設定してよい。例えば、正常温度が60℃であり、100℃以上の温度を異常と判断するような場合には、中心波長を920nmに設定してよい。このような設定によれば、固浸レンズ4が100℃以上に加熱される熱源が存在する場合に、反射率が大幅に低下する現象が現れるからである。

[0045] また、中心波長が880nm以上980nm以下である照射光L1と、GaAsによって形成した固浸レンズ4と、の組み合わせによれば、解析に供することができる十分な光強度を有する反射光L2を得ることができる。例えば、図2に示されるように、照射光L1及び反射光L2は、基板105を通過するときに、シリコンの光透過率に応じて減衰する。図6のグラフG6

は、シリコンにより形成された基板105の厚さと、光透過率との関係を示す。また、グラフG6は、光の波長が940nmであるときの、光透過率を示す。横軸は、基板105の厚さを示す。縦軸は、光透過率を示す。図6に示すように、基板105の厚さが大きくなると、光透過率は低下する。

[0046] 例えば、半導体デバイス100の基板105の厚さとしてしばしば採用される80 μ mであるとき、光透過率は23%程度である。また、半導体デバイス100の基板105の厚さが40 μ mであるとき、48%程度である。これらの光透過率によれば、各種の解析に用いることが可能な光強度を有する反射光L2を得ることができる。つまり、十分な光強度を有する反射光L2を得るために、基板105を研磨などによって薄くする必要がない。その結果、半導体デバイス100の故障解析を行う際に、基板105の研磨といった付加的な作業が不要になる。従って、故障解析を簡易に行うことができる。さらに、基板105を薄くすると半導体ウェハのハンドリングが難しくなる。しかし、本実施形態によれば、しばしば採用される基板厚さを有する半導体デバイス100であっても、基板105の研磨なしに解析することができる。従って、半導体ウェハを容易に取り扱うことができる。

[0047] 以上、本発明の一形態について説明した。本発明は、上記実施形態に限定されない。

[0048] 例えば、半導体デバイス100に対する光学系6及び固浸レンズ4の配置について、上記実施形態では半導体デバイス100に対して基板105側に照射光L1を提供すると共に、基板105側から出力される反射光L2の検出を行う構成を例示した。例えば、半導体デバイスに対して上側（図2の保護層101側）から照射光L1を提供してもよい。この場合、固浸レンズ4は半導体デバイス100の保護層101に設置される。あるいは、半導体デバイス100に対して上側、下側の一方から検査光の照射、他方から電磁波の検出を行う構成としても良い。この場合、固浸レンズ4は半導体デバイスの上側、下側の両方にそれぞれ設置される。

符号の説明

[0049] 1…解析装置（半導体故障解析装置）、2…テスト（信号生成部）、3…光源、4…固浸レンズ、5…光検出部、6…光学系、7…コンピュータ（解析部）、61…偏光ビームスプリッタ、62…対物レンズ、71…データ解析部、71a…熱源位置特定部、71b…動作周波数特定部、72…制御部、72a…光制御部、72b…テスト制御部、100…半導体デバイス、L1…照射光、L2…反射光。