

## 明 細 書

発明の名称：超音波検査装置

### 技術分野

[0001] 本形態は、超音波検査装置に関する。

### 背景技術

[0002] 従来の超音波検査装置として、例えば特許文献1に記載の超音波加熱を用いた半導体集積回路配線系の検査装置がある。この従来の超音波検査装置では、被検査体である半導体集積回路に対し、定電圧源から電力を供給しながら超音波を照射する。そして、超音波の照射に応じてグラウンド配線に流れる電流の変化を検出することにより、半導体集積回路の電流像或いは欠陥像を生成するようになっている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開平8-320359号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上述した従来の超音波検査装置では、パッケージから取り出した半導体チップが検査対象となっている。しかしながら、半導体チップをパッケージから取り出す作業が必要なことや、半導体チップの取り出しの際に回路の特性が変化してしまう可能性などを考慮すると、パッケージ化された状態のまま半導体デバイスを検査することが好適である。一方、パッケージ化された半導体デバイスを検査する場合、観察点である半導体チップを外部から視認できないため、半導体チップに超音波の焦点を合わせ易くするための工夫が必要となる。

[0005] 本形態は、上記課題の解決のためになされたものであり、パッケージ化された半導体デバイス内の所望の位置に超音波の焦点を容易に合わせることができる超音波検査装置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

- [0006] 本形態の一側面に係る超音波検査装置は、パッケージ化された半導体デバイスを検査対象とする超音波検査装置であって、半導体デバイスに対向して配置される超音波振動子と、超音波振動子において半導体デバイスに対向する端部に設けられ、超音波を伝搬させる媒質を保持する媒質保持部と、半導体デバイスと超音波振動子との相対位置を移動させるステージと、超音波振動子による超音波の入力に応じた半導体デバイスの反応を解析する解析部と、を備える。
- [0007] この超音波検査装置では、超音波振動子の端部に設けられた媒質保持部の位置により、超音波振動子と半導体デバイスとの間に超音波を伝搬させる媒質を保持した状態で、超音波振動子と半導体デバイスとの間隔を調整することができる。したがって、パッケージ化された半導体デバイス内の所望の位置に超音波の焦点を容易に合わせることができる。
- [0008] また、媒質保持部は、超音波振動子の端部に設けられた筒状部材によって構成されていてもよい。この場合、筒状部材の内部と超音波振動子の端部とで媒質の保持空間を形成できる。
- [0009] また、媒質保持部は、超音波振動子の端部に着脱自在に嵌合されていてもよい。この場合、超音波振動子の端部において筒状部材の嵌合位置を調整することで、超音波振動子と半導体デバイスとの間隔を容易に調整することができる。
- [0010] また、媒質保持部は、媒質の保持量を調整する媒質流通口を有していてもよい。これにより、媒質保持部で保持する媒質の保持量の制御が容易となる。
- [0011] また、媒質保持部は、媒質の保持量を検出する保持量検出部を有していてもよい。これにより、媒質保持部で保持する媒質の保持量の制御が一層容易となる。
- [0012] また、半導体デバイスに定電圧又は定電流を印加する電源装置と、定電圧又は定電流の印加状態において、超音波の入力に応じた半導体デバイスの電

流又は電圧を検出する反応検出部と、を更に備え、解析部は、反応検出部からの検出信号に基づいて解析画像を生成してもよい。この場合、超音波の入力に起因する半導体デバイスの抵抗変化を計測することで、パッケージ化された半導体デバイスの検査を精度良く実施できる。

[0013] また、超音波振動子に対して駆動信号を入力すると共に、駆動信号に応じた参照信号を出力する信号発生部を更に備え、解析部は、検出信号と参照信号とに基づいて解析画像を生成してもよい。これにより、パッケージ化された半導体デバイスの検査精度を一層高めることができる。

[0014] また、半導体デバイスで反射した超音波の反射波を検出する反射検出部を更に備え、解析部は、反射検出部からの検出信号に基づいて反射画像を生成してもよい。この場合、反射画像に基づいて半導体デバイス内部のチップ形状を取得できる。

[0015] また、解析部は、解析画像と反射画像とを重畳した重畳画像を生成してもよい。この場合、解析画像による解析結果と半導体デバイス内部のチップ形状とが重畳されるので、故障位置などの特定が容易なものとなる。

### 発明の効果

[0016] 本形態によれば、パッケージ化された半導体デバイス内の所望の位置に超音波の焦点を容易に合わせることができる。

### 図面の簡単な説明

[0017] [図1]超音波検査装置の一実施形態を示す概略構成図である。

[図2]超音波振動子の構成を示す概略図である。

[図3]検査実行時の超音波の焦点位置を示す概略図である。

[図4]超音波の焦点位置の調整制御の一例を示す図である。

[図5]図3の後続の工程を示す図である。

[図6]超音波の焦点位置の調整の別例を示す図である。

[図7]解析画像の一例を示す図である。

[図8]反射画像の一例を示す図である。

[図9]重畳画像の一例を示す図である。

[図10]図1に示した超音波検査装置における動作の一例を示すフローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照しながら、本形態の一側面に係る超音波検査装置の好適な実施形態について詳細に説明する。

[0019] 図1は、超音波検査装置の一実施形態を示す概略構成図である。この超音波検査装置1は、検査対象である半導体デバイスDをパッケージ化された状態のまま検査する装置である。超音波検査装置1は、超音波Wの入力に起因する半導体デバイスDの抵抗変化を計測する手法に基づき、パッケージ化された半導体デバイスDの故障の有無及び故障位置の特定などを行う装置として構成されている。

[0020] 半導体デバイスDの一面側は、超音波Wが入力される検査面Dtとなっている。半導体デバイスDは、当該検査面Dtを下方に向けた状態で保持板などによって保持される。半導体デバイスDとしては、ダイオードやパワートランジスタ等を含む個別半導体素子（ディスクリート）、オプトエレクトロニクス素子、センサ／アクチュエータ、或いはMOS（Metal-Oxide-Semiconductor）構造やバイポーラ構造のトランジスタで構成されるロジックLSI（Large Scale Integration）、メモリ素子、リニアIC（Integrated Circuit）、及びこれらの混成デバイス等が挙げられる。また、半導体デバイスDは、半導体デバイスを含むパッケージ、複合基板等であってもよい。

[0021] 図1に示すように、超音波検査装置1は、超音波振動子2と、ステージ3と、パルスジェネレータ（信号発生部）4と、反応検出部5と、ロックインアンプ（周波数解析部）6と、コンピュータ（解析部）7と、モニタ8とを含んで構成されている。

[0022] 超音波振動子2は、半導体デバイスDに向けて超音波Wを入力するデバイスである。超音波振動子2は、図2に示すように、パルサー11と、媒質保持部12とを有している。超音波振動子2は、例えば筒状をなし、より具体的には円筒状をなしている。超音波振動子2の先端面2aは、超音波Wを出

力する部分であり、半導体デバイスDの検査面D<sub>t</sub>と対向するように上方向きに配置されている。先端面2 aは、実際には凹面状をなしており、先端面2 aのそれぞれの位置で発生した超音波Wは、先端面2 aから一定の距離だけ離れた位置に焦点を有する。先端面2 aから出力される超音波Wは、例えば20 kHz～10 GHz程度の弾性振動波である。

[0023] パルサー11は、パルスジェネレータ4から出力される駆動信号に基づいて超音波振動子2を駆動する部分である。本実施形態では、パルサー11は、半導体デバイスDの検査面で反射した超音波Wを検出するレシーバ（反射検出部）13としての機能も有している。レシーバ13は、超音波Wの反射波を検出し、検出結果を示す検出信号をコンピュータ7に出力する。

[0024] 媒質保持部12は、超音波振動子2と半導体デバイスDとの間で媒質Mを保持する部分である。媒質保持部12によって保持される媒質Mは、本実施形態では水である。媒質Mは、半導体デバイスDのパッケージに用いられている材質とインピーダンスが整合するものであれば特に制限はなく、グリセリン等の他の液体、或いはゲル状、ゼリー状の物質などを用いてもよい。本実施形態では、媒質保持部12は、例えばシリコーン樹脂など、可撓性及び媒質Mに対する濡れ性を十分に有する材料によって形成された筒状部材14を有している。筒状部材14は、超音波振動子2の先端面2 a側の端部2 bに着脱自在に嵌合するようになっている。

[0025] 筒状部材14の一部が先端面2 aから突出するように筒状部材14を端部2 bにスライド自在に嵌合することで、筒状部材14の内周面14 aと超音波振動子2の先端面2 aとによって媒質Mを保持する保持空間Sが形成される。超音波振動子2の先端面2 aからの筒状部材14の突出量を調整することで、保持空間Sの容積が可変となる。この筒状部材14の突出量の調整により、超音波振動子2から出力される超音波Wの焦点位置を調整可能な範囲を調整することができる。これにより、パッケージの樹脂厚の異なる半導体デバイスDに対しても、媒質Mがこぼれることがない最適な保持空間Sの容積を設けることができる。

- [0026] 筒状部材 14 の突出量の把握を容易にするため、筒状部材 14 には目盛りが設けられていてもよい。目盛りが設けられる位置は、例えば筒状部材 14 の内周面 14 a 或いは外周面 14 c である。筒状部材 14 の突出量は、超音波振動子 2 の端部 2 b に対する筒状部材 14 の位置を手動でスライドさせ、筒状部材 14 の嵌合量を変えることによって調整できる。超音波振動子 2 の端部 2 b に対する筒状部材 14 の位置は、スライド機構を用いて調整してもよい。また、筒状部材 14 の嵌合量を一定とした上で、異なる長さの筒状部材 14 に交換することによって筒状部材 14 の突出量を調整してもよい。
- [0027] 筒状部材 14 の周壁部分には、保持空間 S に保持される媒質 M の保持量を調整する媒質流通口 15 が設けられている。媒質流通口 15 には、外部の媒質貯蔵部（不図示）に接続された流通管 16 が挿入されており、保持空間 S への媒質 M の流入及び保持空間 S からの媒質 M の排出がなされるようになっている。媒質 M の流通量は、例えばコンピュータ 7 によって制御される。
- [0028] なお、媒質流通口 15 は、筒状部材 14 の先端面 14 b から一定の間隔をもって設けられることが好ましい。これにより、媒質流通口 15 から流入する媒質 M に異物が混入した場合でも、保持空間 S において異物が筒状部材 14 の先端面 14 b 付近に集まることを抑制できる。筒状部材 14 の先端面 14 b 付近には、超音波振動子 2 の先端面 2 a 付近に比べて超音波 W が集束している。これにより、筒状部材 14 の先端面 14 b 付近に異物が集まることが抑制され、異物への超音波 W の干渉の影響を抑えられる。
- [0029] また、筒状部材 14 の内周面 14 a には、保持空間 S における媒質 M の保持量を検出するレベルセンサ（保持量検出部）17 が、媒質流通口 15 よりも上方（先端面 14 b 側）の位置に取り付けられている。レベルセンサ 17 は、検出結果を示す検出信号をコンピュータ 7 に出力する。レベルセンサ 17 からの検出信号に基づいて、超音波 W の焦点位置を調整する際の保持空間 S の媒質 M の量の制御が実行される。筒状部材 14 には、半導体デバイス D との距離を検出する距離センサが取り付けられていてもよい。これにより、後述するステージ 3 を Z 軸方向に駆動させた際に、筒状部材 14 と半導体デ

バイスDの干渉を防ぐことができる。

[0030] ステージ3は、図1に示すように、半導体デバイスDと超音波振動子2との相対位置を移動させる装置である。本実施形態では、ステージ3は、X Y Z軸方向に駆動可能な3軸ステージとして構成され、ステージ3上に超音波振動子2が固定されている。ステージ3の駆動は、コンピュータ7からの指示信号に基づいて制御される。ステージ3が半導体デバイスDの検査面D tの面内方向（X Y軸方向）に駆動することにより、半導体デバイスDの検査面D tにおける超音波Wの入力位置が走査される。

[0031] また、ステージ3が半導体デバイスDの厚さ方向（Z軸方向）に駆動することにより、超音波Wの焦点位置が半導体デバイスDの厚さ方向に対して一定の精度をもって調整される。なお、ステージ3は、超音波振動子2ではなく、半導体デバイスDに固定されていてもよい。半導体デバイスDの検査の開始時には、図2に示したように、表面張力によって媒質保持部12の保持空間Sから盛り上がる程度に媒質Mが保持空間Sに供給される。そして、ステージ3が半導体デバイスDの厚さ方向に駆動することにより、媒質Mの盛り上がり部分M aが半導体デバイスDの検査面D tに接触させられる。これにより、超音波振動子2の先端面2 aから半導体デバイスDの検査面D tに至る超音波Wの経路が媒質Mで充填される。そして、図3に示すように、ステージ3が半導体デバイスDの厚さ方向に更に駆動し、超音波Wの焦点位置が半導体デバイスD内のチップC付近で調整される。

[0032] パルスジェネレータ4は、超音波振動子2に対して駆動信号を入力する装置である。駆動信号の周波数は、超音波振動子2で発生させる超音波Wの周波数と等しい周波数に設定される。本実施形態のように、ロックインアンプ6を用いたロックイン検出を行う場合には、ロックイン周波数を別途設定し、超音波Wを発生用の周波数とロックイン周波数とを合成したバースト信号を駆動信号として超音波振動子2に入力してもよい。この場合、ロックイン周波数に応じた参照信号をパルスジェネレータ4からロックインアンプ6に出力させる。超音波発生用の周波数は、例えば25MHz～300MHz程

度であり、ロックイン周波数は、例えば1 kHz～5 kHz程度である。

[0033] 反応検出部5は、超音波振動子2による超音波Wの入力に応じた半導体デバイスDの反応を検出する装置である。反応検出部5は、例えばロックインアンプ6の前段に接続された検出アンプによって構成されている。反応検出部5は、半導体デバイスDに定電圧又は定電流を印加する電源装置10を内蔵している。反応検出部5は、定電圧又は定電流の印加状態において、超音波Wの入力に応じた半導体デバイスDの電流又は電圧を検出し、検出結果を示す検出信号をロックインアンプ6に出力する。反応検出部5は、交流成分のみを抽出して検出信号を出力するようにしてもよい。

[0034] ロックインアンプ6は、反応検出部5から出力される検出信号をロックイン検出する装置である。ロックインアンプ6は、パルスジェネレータ4から出力される参照信号に基づいて、反応検出部5から出力される検出信号をロックイン検出する。そして、ロックインアンプ6は、検出結果を示す検出信号をコンピュータ7に出力する。

[0035] 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、モニタ8等の表示部を備えて構成されている。かかるコンピュータ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）、マイクロコンピュータ、FPGA（field-programmable gate array）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、ステージ3の動作を制御するステージ制御部21、及びロックインアンプ6からの検出信号を解析する解析部22として機能する。

[0036] ステージ制御部21は、より具体的には、半導体デバイスDの厚さ方向に対する超音波Wの焦点位置の調整制御と、半導体デバイスDの検査面Dtに対する超音波Wの走査制御とを実行する。焦点位置の調整制御では、ステージ制御部21は、超音波振動子2のレシーバ13から出力される当該検出信号に基づいてステージ3のZ方向の制御を実行する。超音波Wの走査制御で

は、ステージ制御部 21 は、超音波 W が半導体デバイス D の検査面 D t に沿って移動するように、ステージ 3 の X Y 方向の制御を実行する。ステージ制御部 21 は、走査制御時のステージ 3 の位置情報を解析部 22 に順次出力する。

[0037] 図 4 は、焦点位置の調整制御の一例を示す図である。同図の例では、横軸が時間（超音波 W が出力されてから反射波が検出されるまでの時間）、縦軸が振幅となっており、レシーバ 13 からの検出信号の時間波形 K がプロットされている。この時間波形 K は、超音波 W を複数回出力させた場合の反射波の検出信号を積算したものであってもよい。

[0038] 図 4 に示すように、超音波 W の焦点位置を半導体デバイス D に向けて変位させていくと、ある位置において半導体デバイス D のパッケージ表面での反射に対応する第 1 ピーク P 1 が時間波形 K に出現する。第 1 ピーク P 1 が出現した位置から更に超音波 W の焦点位置を半導体デバイス D 側に変位させると、超音波 W の焦点位置が半導体デバイス D のパッケージ内に移動し、図 5 に示すように、ある位置において半導体デバイス D 内部のチップ C 表面での反射に対応する第 2 ピーク P 2 が時間波形 K に出現する。したがって、ステージ制御部 21 は、第 2 ピーク P 2 の振幅が最大となるようにステージ 3 の Z 軸方向の位置を制御する。

[0039] 焦点位置の調整制御において、パッケージの樹脂厚が既知である場合、或いはパッケージの樹脂組成が既知であり、パッケージ内の超音波 W の音速が算出可能である場合が考えられる。この場合には、これらの情報に基づいて予め第 2 ピーク P 2 の出現位置（出現時間）の範囲を算出し、第 2 ピーク P 2 を検出する際の検出窓 A を設定するようにしてもよい。検出窓 A の設定により、第 2 ピーク P 2 の出現位置の検出精度の向上及び検出時間の短縮化が図られる。半導体デバイス D 内に複数層のチップ C が内蔵されていることが既知である場合には、第 2 ピーク P 2 以降のピークに基づいてステージ 3 の Z 軸方向の位置を制御してもよい。

[0040] また、超音波 W の焦点深度は比較的深いため、第 2 ピーク P 2 の振幅が最

大となる位置が判別しにくい場合も考えられる。この場合、例えば図6に示すように、第2ピークP2の振幅が最大となる範囲の中央位置（中央時刻）Tに対応するようにステージ3のZ軸方向の位置を合わせるようにしてもよい。また、時間波形Kを微分処理し、微分処理した後の時間波形のピーク値の中央位置に対応するようにステージ3のZ軸方向の位置を合わせるようにしてもよい。

[0041] 解析部22は、半導体デバイスDの検査中にロックインアンプ6から出力される検出信号をステージ制御部21から出力されるステージ3の位置情報に基づいてマッピングし、図7に示すように、解析画像31を生成する。解析画像において、半導体デバイスDの反応（電流又は電圧の変化量）に応じた表示輝度の範囲、色、透過度などは、任意に設定可能である。

[0042] また、解析部22は、半導体デバイスDの検査中にレシーバ13から出力される検出信号をステージ制御部21から出力されたステージ3の位置情報に基づいてマッピングし、図8に示すように、反射画像32を生成する。反射画像32の生成にあたっては、レシーバ13からの検出信号のうち、半導体デバイスD内のチップC表面からの反射波に対応する時間の成分のみを抽出することが好適である。こうすると、半導体デバイスD内のチップCの形状を表す反射画像32を得ることができる。

[0043] 解析部22は、図9に示すように、解析画像31と反射画像32とを重畳した重畳画像33を生成してもよい。解析部22は、生成した重畳画像33をモニタ8に出力する。重畳画像33では、反射画像32が示す半導体デバイスD内のチップCの形状に、解析画像31が示す半導体デバイスDの反応が重ね合され、チップCの故障位置の特定が容易なものとなる。反射画像32では、チップCの形状だけでなく、回路の剥離といった異常が確認できる場合がある。したがって、重畳画像33において、解析画像31から確認できる異常位置と反射画像32から確認できる異常位置とが重なった場合、当該異常位置を強調表示するようにしてもよい。

[0044] 次に、上述した超音波検査装置1の動作について説明する。

- [0045] 図10は、超音波検査装置1の動作の一例を示すフローチャートである。同図に示すように、超音波検査装置1を用いて半導体デバイスDの検査を実施する場合、まず、半導体デバイスDが不図示の保持板などに配置される（ステップS01）。次に、媒質流通口15から媒質保持部12に媒質Mを流入させ、保持空間Sに媒質Mを保持する（ステップS02）。ステップS02では、上述したように、表面張力による媒質Mの盛り上がり部分Maが形成される。そして、筒状部材14の先端面14bが半導体デバイスDの検査面Dtに接触せず、媒質Mの盛り上がり部分Maのみが半導体デバイスDの検査面Dtに接触するようにステージ3がZ軸方向に駆動される（図2参照）。
- [0046] 媒質Mが保持された後、超音波Wの焦点位置が調整される（ステップS03）。ここでは、まず、超音波振動子2がチップCと対向する位置に来るように、ステージ3がX軸方向及びY軸方向に駆動される。次に、レシーバ13から出力される超音波Wの反射波の時間波形Kにおける第2ピークP2の出現位置に基づいて、超音波Wの焦点位置が半導体デバイスD内部のチップC表面に一致するようにステージ3がZ軸方向に駆動される（図3参照）。なお、超音波Wの焦点位置の調整は、ステージ制御部21が自動で実行してもよく、時間波形Kの第2ピークP2の出現位置を目視で確認しながら、超音波検査装置1のユーザが手動でステージ3の位置を移動させることによって実行してもよい。
- [0047] 超音波Wの焦点位置の調整後、半導体デバイスDの傾きを調整するステップを実行してもよい。このステップでは、例えばステージ3をX軸方向及びY軸方向に一軸ずつ駆動させたときの反射波の時間波形Kが互いに一致するように、保持板或いはステージ3の姿勢が調整される。当該ステップについても、ステージ制御部21が自動で実行してもよく、超音波検査装置1のユーザが時間波形Kを目視で確認しながら手動で行ってもよい。
- [0048] 次に、半導体デバイスDの反射画像が生成される（ステップS04）。ステップS04では、パルスジェネレータ4から超音波振動子2に駆動信号が

入力され、超音波振動子 2 から半導体デバイス D に超音波 W が照射される。そして、半導体デバイス D からの反射波がレシーバ 13 で検出され、レシーバ 13 から出力された検出信号と、ステージ制御部 21 から出力されるステージ 3 の位置情報とに基づいてマッピングがなされることで、反射画像 32 が生成される。

[0049] 次に、反射画像 32 に基づく解析位置の確認が行われ、半導体デバイス D の解析が実行され、解析画像が生成される（ステップ S05）。ステップ S05 では、電源装置 10 から半導体デバイス D に定電圧（又は定電流）が印加されると共に、パルスジェネレータ 4 から超音波振動子 2 に駆動信号が入力され、超音波振動子 2 から半導体デバイス D に超音波 W が入力される。そして、ステージ 3 が X Y 軸方向に駆動され、超音波 W の入力に応じた半導体デバイス D の電流又は電圧の変化が半導体デバイス D の検査面 D t の各位置において検出される。半導体デバイス D の電流又は電圧の変化は、反応検出部 5 によって検出され、A C 成分が抽出された検出信号が反応検出部 5 からロックインアンプ 6 に出力される。ロックインアンプ 6 では、反応検出部 5 から出力された検出信号と、パルスジェネレータ 4 から出力された参照信号とに基づくロックイン検出がなされ、その検出信号が解析部 22 に出力される。

[0050] 解析部 22 では、ロックイン検出の検出信号に基づいて解析画像が生成される。すなわち、半導体デバイス D の検査中にロックインアンプ 6 から出力された検出信号がステージ制御部 21 から出力されるステージ 3 の位置情報に基づいてマッピングされ、解析画像 31 が生成される。そして、解析部 22 により、解析画像 31 と反射画像 32 とを重畳した重畳画像 33 が生成され、モニタ 8 に重畳画像 33 が表示される（ステップ S06）。

[0051] 以上説明したように、この超音波検査装置 1 では、超音波振動子 2 の端部 2 b に設けられた媒質保持部 12 の位置により、超音波振動子 2 と半導体デバイス D との間に超音波 W を伝搬させる媒質 M を保持した状態で、超音波振動子 2 と半導体デバイス D との間隔を調整することができる。したがって、

パッケージ化された半導体デバイスD内の所望の位置に超音波Wの焦点を容易に合わせることができる。

[0052] また、超音波検査装置1では、超音波振動子2の端部2bに着脱自在に嵌合する筒状部材14によって媒質保持部12が構成されている。これにより、筒状部材14の内周面14aと超音波振動子2の先端面2aとによって媒質Mの保持空間Sを形成できる。また、超音波振動子2の端部2bにおいて筒状部材14の嵌合位置を調整することで、超音波振動子2と半導体デバイスDとの間隔を容易に調整することができる。さらに、媒質保持部12には、媒質Mの保持量を調整する媒質流通口15と、媒質Mの保持量を検出するレベルセンサ17とが設けられている。これにより、媒質保持部12で保持する媒質Mの保持量の制御が容易となる。

[0053] また、超音波検査装置1では、半導体デバイスDに定電圧又は定電流を印加する電源装置10と、定電圧又は定電流の印加状態において、超音波Wの入力に応じた半導体デバイスDの電流又は電圧を検出する反応検出部5とが更に設けられ、解析部22は、反応検出部5からの検出信号に基づいて解析画像31を生成する。このように、超音波Wの入力に起因する半導体デバイスDの抵抗変化を計測することで、パッケージ化された半導体デバイスDの検査を精度良く実施できる。

[0054] また、超音波検査装置1では、超音波振動子2に対して駆動信号を入力すると共に、駆動信号に応じた参照信号を出力するパルスジェネレータ4が更に設けられ、解析部22は、検出信号と参照信号とに基づいて解析画像31を生成する。参照信号に基づくロックイン検出を行うことにより、パッケージ化された半導体デバイスDの検査精度を一層高めることができる。

[0055] また、超音波検査装置1では、半導体デバイスDで反射した超音波Wの反射波を検出するレシーバ13が更に設けられ、解析部22は、反応検出部5からの検出信号に基づいて反射画像32を生成する。この場合、反射画像32に基づいて半導体デバイスD内のチップCの形状を取得できる。さらに、回路の剥離といった物理的な異常の検出も可能となる。

[0056] また、超音波検査装置 1 では、解析部 2 2 が解析画像 3 1 と反射画像 3 2 とを重畳した重畳画像 3 3 を生成する。重畳画像 3 3 では、解析画像 3 1 による解析結果と半導体デバイス D 内のチップ C の形状とが重畳されるので、故障位置などの特定が容易なものとなる。

[0057] 本形態は、上記実施形態に限られるものではない。上記実施形態では、超音波 W の入力に応じた半導体デバイス D の反応を解析する装置において超音波振動子 2 に媒質保持部 1 2 を適用しているが、媒質保持部 1 2 の構成を他の手法で半導体デバイスの反応を解析する装置に適用してもよい。例えばテストからのテストパターンを入力して半導体デバイスの反応を解析する装置に媒質保持部 1 2 を適用してもよい。

#### 符号の説明

[0058] 1 …超音波検査装置、2 …超音波振動子、2 b …端部、3 …ステージ、4 …パルスジェネレータ（信号発生部）、5 …反応検出部、1 0 …電源装置、1 2 …媒質保持部、1 3 …レシーバ（反射検出部）、1 4 …筒状部材、1 5 …媒質流通口、1 7 …レベルセンサ（保持量検出部）、2 2 …解析部、3 1 …解析画像、3 2 …反射画像、3 3 …重畳画像、C …チップ、D …半導体デバイス、M …媒質、W …超音波。

### 請求の範囲

- [請求項1]           パッケージ化された半導体デバイスを検査対象とする超音波検査装置であって、
- 前記半導体デバイスに対向して配置される超音波振動子と、
- 前記超音波振動子において前記半導体デバイスに対向する端部に設けられ、前記超音波を伝搬させる媒質を保持する媒質保持部と、
- 前記半導体デバイスと前記超音波振動子との相対位置を移動させるステージと、
- 前記超音波振動子による超音波の入力に応じた前記半導体デバイスの反応を解析する解析部と、を備える、超音波検査装置。
- [請求項2]           前記媒質保持部は、前記超音波振動子の前記端部に設けられた筒状部材によって構成されている、請求項1記載の超音波検査装置。
- [請求項3]           前記媒質保持部は、前記超音波振動子の前記端部にスライド自在に嵌合されている、請求項1又は2記載の超音波検査装置。
- [請求項4]           前記媒質保持部は、前記媒質の保持量を調整する媒質流通口を有している、請求項1～3のいずれか一項記載の超音波検査装置。
- [請求項5]           前記媒質保持部は、前記媒質の保持量を検出する保持量検出部を有している、請求項1～4のいずれか一項記載の超音波検査装置。
- [請求項6]           前記半導体デバイスに定電圧又は定電流を印加する電源装置と、
- 前記定電圧又は前記定電流の印加状態において、前記超音波の入力に応じた前記半導体デバイスの電流又は電圧を検出する反応検出部と、
- を更に備え、
- 前記解析部は、前記反応検出部からの検出信号に基づいて解析画像を生成する、請求項1～5のいずれか一項記載の超音波検査装置。
- [請求項7]           前記超音波振動子に対して駆動信号を入力すると共に、前記駆動信号に応じた参照信号を出力する信号発生部を更に備え、
- 前記解析部は、前記検出信号と前記参照信号とに基づいて前記解析画像を生成する、請求項6記載の超音波検査装置。

- [請求項8]           前記半導体デバイスで反射した前記超音波の反射波を検出する反射検出部を更に備え、  
                  前記解析部は、前記反射検出部からの検出信号に基づいて反射画像を生成する、請求項6又は7記載の超音波検査装置。
- [請求項9]           前記解析部は、前記解析画像と前記反射画像とを重畳した重畳画像を生成する、請求項8記載の超音波検査装置。