

明 細 書

発明の名称：

ワイヤ形状測定装置及びワイヤ三次元画像生成方法並びにワイヤ形状測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板に取付けられた半導体素子の電極と基板の電極とを接続するワイヤの形状の測定を行うワイヤ形状測定装置及びワイヤの三次元画像を生成する方法並びにワイヤ形状の測定を行うワイヤ形状測定方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体チップのパッドと基板のリードとを接続するボンディングワイヤ（以下、ワイヤという）のループ形状の測定が行われている。ワイヤのループ形状を測定する方法としては、光学系の合焦高さにおけるワイヤのXY座標を検出することによりワイヤ全体の三次元形状を測定する方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] この方法は、ワイヤをリング状照明器で照明し、焦点深度を浅くした光学系を用いて合焦高さを変化させながらワイヤ画像を撮像し、各ワイヤ画像の中心に現出した暗部を検出することにより、各合焦高さにおけるワイヤの各XY座標を検出し、それらのデータからワイヤ全体の三次元形状を検出するものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第3235009号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、近年、半導体チップの電極と基板の電極とを接続する全てのワイヤの形状の測定を行うことが求められている。しかし、特許文献1に記載

のワイヤの形状測定方法では、光学系の合焦高さを変化させて複数の画像を撮像することが必要なため、検査に掛かる時間が長くなってしまうという問題があった。

[0006] また、ワイヤの形状測定の高精度化も求められている。特許文献1に記載された従来技術の様に、ワイヤをリング状照明器で照明すると、ワイヤが略水平方向に延びている部分では、合焦点においてワイヤの中心線近傍が暗部でワイヤの幅方向両端のエッジが明るくなる画像となるが、ワイヤが傾斜している部分では、これとは逆にワイヤの中心線近傍が明るくワイヤの幅方向両端のエッジが暗くなる画像となる場合がある。このため、特許文献1に記載された従来技術では、傾斜部分のあるワイヤではワイヤ全体の三次元形状の検出精度が低下してしまう場合があった。

[0007] そこで、本発明は、高精度で短時間にワイヤの形状測定が可能なワイヤ形状測定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

[0008] 本発明のワイヤ形状測定装置は、基板と、基板に取付けられた半導体素子と、半導体素子の電極と基板の電極、又は、半導体素子の一の電極と半導体素子の他の電極とを接続するワイヤと、を備える半導体装置のワイヤ形状測定装置であって、半導体装置の二次元画像を撮像する複数のカメラと、各カメラが取得した半導体装置の各二次元画像に基づいてワイヤの形状測定を行う制御部と、を備え、制御部は、ワイヤの基板又は半導体素子への接続位置情報と、ワイヤの太さ情報とを用いたパターンマッチングにより、各カメラが取得した半導体装置の各二次元画像からワイヤの三次元画像を生成し、生成したワイヤの三次元画像に基づいてワイヤの形状測定を行うこと、を特徴とする。

[0009] このように、ワイヤの基板又は半導体素子への接続位置情報と、ワイヤの太さ情報とを用いたパターンマッチングにより、各カメラが取得した半導体装置の各二次元画像からワイヤの三次元画像を生成するので、三次元画像を短時間に精度良く生成することができる。これにより、高精度で短時間にワ

イヤの形状測定が可能なワイヤ形状測定装置を提供できる。

[0010] 本発明のワイヤ形状測定装置において、制御部は、ワイヤの基板又は半導体素子への接続位置情報と、ワイヤの太さ情報とを用いて、各カメラが取得した半導体装置の各二次元画像の中からワイヤの一の部位に対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標をそれぞれ抽出し、抽出した各二次元座標を用いてワイヤの一の部位の一の三次元座標を算出し、算出した三次元座標に基づいてワイヤの三次元画像を生成してもよい。

[0011] また、本発明のワイヤ形状測定装置において、制御部は、ワイヤの基板または半導体素子への接続位置情報と、ワイヤの太さ情報とを用いて、各カメラが取得した半導体装置の各二次元画像の中からワイヤの一の部位に対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標をそれぞれ抽出することを、ワイヤの始端から終端まで繰り返し行うことにより、ワイヤの複数の部位にそれぞれ対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標を抽出し、抽出したワイヤの複数の部位にそれぞれ対応する各二次元画像中の各二次元座標を用いてワイヤの複数の部位の各三次元座標を算出し、算出したワイヤの複数の部位の各三次元座標に基づいてワイヤの始端から終端までの三次元画像を生成してもよい。

[0012] このように、ワイヤの基板又は半導体素子への接続位置情報と、ワイヤの太さ情報とを用いて、カメラが撮像した半導体装置全体の二次元画像の中からワイヤの画像を特定し、そのワイヤ画像の上の点の二次元座標を抽出するので、半導体装置全体の二次元画像中からワイヤの画像の上の点の二次元座標を短時間に抽出することができる。これにより、高精度で短時間にワイヤの形状測定が可能なワイヤ形状測定装置を提供できる。

[0013] 本発明のワイヤ形状測定装置において、カメラは、光軸がワイヤの延びる方向と交差するようにワイヤの両側にそれぞれ配置されてもよい。

[0014] このように各カメラを配置することにより、各カメラで撮像したワイヤの一の部位に対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標の差異が大きくなり、精度良くワイヤの一の部位の三次元座標を算出することができ、ワイヤ

の形状測定の精度を向上させることができる。

[0015] 本発明のワイヤ形状測定装置において、制御部は、生成したワイヤの三次元画像に基づいてワイヤの形状検査を行ってもよいし、生成したワイヤの三次元画像をワイヤの基準形状と比較することによりワイヤの形状検査を行なってもよいし、生成したワイヤの三次元画像からワイヤの形状パラメータを抽出し、抽出した形状パラメータを形状パラメータの基準値と比較することによりワイヤの形状検査を行ってよい。

[0016] これにより、ワイヤの様々な形状測定、形状検査を行うことができる。

[0017] 本発明のワイヤ三次元画像生成方法は、基板と、基板に取付けられた半導体素子と、半導体素子の電極と基板の電極、又は、半導体素子の一の電極と半導体素子の他の電極とを接続するワイヤと、を備える半導体装置のワイヤ三次元画像生成方法であって、複数のカメラで半導体装置の二次元画像をそれぞれ撮像する撮像ステップと、ワイヤの基板または半導体素子への接続位置情報と、ワイヤの太さ情報とを用いたパターンマッチングにより、各カメラが取得した半導体装置の各二次元画像からワイヤの三次元画像を生成する三次元画像生成ステップと、を含むこと、を特徴とする。

[0018] このように、ワイヤの基板又は半導体素子への接続位置情報と、ワイヤの太さ情報とを用いたパターンマッチングにより、各カメラが取得した半導体装置の各二次元画像からワイヤの三次元画像を生成するので、三次元画像を短時間に高精度に生成することができる。

[0019] 本発明のワイヤ三次元画像生成方法において、三次元画像生成ステップは、ワイヤの基板又は半導体素子への接続位置情報と、ワイヤの太さ情報とを用いて、各カメラが取得した半導体装置の各二次元画像の中からワイヤの一の部位に対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標をそれぞれ抽出する二次元座標抽出ステップと、抽出した各二次元座標を用いてワイヤの一の部位の一の三次元座標を算出する三次元座標算出ステップと、算出した三次元座標に基づいてワイヤの三次元画像を生成する画像生成ステップと、を含んでもよい。

- [0020] また、本発明のワイヤ三次元画像生成方法において、二次元座標抽出ステップは、ワイヤの基板または半導体素子への接続位置情報と、ワイヤの太さ情報とを用いて、各カメラが取得した半導体装置の各二次元画像の中からワイヤの一の部位に対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標をそれぞれ抽出することを、ワイヤの始端から終端まで繰り返し行うことにより、ワイヤの複数の部位にそれぞれ対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標を抽出し、三次元座標算出ステップは、抽出したワイヤの複数の部位にそれぞれ対応する各二次元画像中の各二次元座標を用いてワイヤの複数の部位の各三次元座標を算出し、画像生成ステップは、算出したワイヤの複数の部位の各三次元座標に基づいてワイヤの始端から終端までの三次元画像を生成しても良い。
- [0021] このように、ワイヤの基板又は半導体素子への接続位置情報と、ワイヤの太さ情報とを用いて、カメラが撮像した半導体装置全体の二次元画像の中からワイヤの画像を特定し、そのワイヤ画像の上の点の二次元座標を抽出するので、半導体装置全体の二次元画像中からワイヤの画像の上の点の二次元座標を短時間に抽出することができる。
- [0022] 本発明のワイヤ形状測定方法は、基板と、基板に取付けられた半導体素子と、半導体素子の電極と基板の電極、又は、半導体素子の一の電極と半導体素子の他の電極とを接続するワイヤと、を備える半導体装置のワイヤ形状測定方法であって、複数のカメラで半導体装置の二次元画像をそれぞれ撮像する撮像ステップと、ワイヤの基板または半導体素子への接続位置情報と、ワイヤの太さ情報とを用いたパターンマッチングにより、各カメラが取得した半導体装置の各二次元画像からワイヤの三次元画像を生成する三次元画像生成ステップと、生成したワイヤの三次元画像に基づいてワイヤの形状測定を行う測定ステップと、を含むことを特徴とする。
- [0023] また、本発明のワイヤ形状測定方法において、生成したワイヤの三次元画像に基づいてワイヤの形状検査を行う検査ステップを含み、検査ステップは、生成したワイヤの三次元画像をワイヤの基準形状と比較することによりワ

ワイヤの形状検査を行ってもよい。また、検査ステップは、生成したワイヤの三次元画像からワイヤの形状パラメータを抽出し、抽出した形状パラメータを形状パラメータの基準値と比較することによりワイヤの形状検査を行ってもよい。

[0024] これにより、ワイヤの様々な形状測定、形状検査を行うことができる。

発明の効果

[0025] 本発明は、高精度で短時間にワイヤの形状測定が可能なワイヤ形状測定装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]実施形態のワイヤ形状測定装置を示す立面図である。

[図2]実施形態のワイヤ形状測定装置を示す平面図である。

[図3]実施形態のワイヤ形状測定装置の動作を示すフローチャートである。

[図4]実施形態のワイヤ形状測定装置のカメラとワイヤとの配置を示す斜視図である。

[図5]実施形態のワイヤ形状測定装置の半導体装置のY方向プラス側に配置されたカメラでワイヤを撮像した二次元画像を示す説明図である。

[図6]実施形態のワイヤ形状測定装置の半導体装置のY方向マイナス側に配置されたカメラでワイヤを撮像した二次元画像を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照しながら実施形態のワイヤ形状測定装置100について説明する。図1、2に示すように、ワイヤ形状測定装置100は、基板11と、基板11に取付けられた半導体素子20と、半導体素子20の電極25と基板11の電極12を接続するワイヤ30と、を備える半導体装置10のワイヤ30の形状を測定する装置である。ワイヤ形状測定装置100は、半導体装置10の二次元画像を撮像する複数のカメラ41～44と、カメラ41～44の取得した二次元画像に基づいてワイヤ30の形状の検査を行う制御部50とで構成される。なお、以下の説明では、X方向、Y方向は水平面で互いに直交する方向であり、Z方向は垂直方向であるとして説明する。

[0028] 図2に示すように、カメラ41、42は、光軸41a、42aがX方向に延びるように配置されており、X方向の斜め上方向から半導体装置10を撮像するように配置されている。また、カメラ43、44は、光軸43a、44aがY方向に延びるように配置されており、Y方向の斜め上方から半導体装置10を撮像するように配置されている。従って、カメラ41、42は、光軸41a、42aがY方向に延びるワイヤ30と交差するようにY方向に延びるワイヤ30の両側に配置されており、カメラ43、44は、光軸43a、44aがX方向に延びるワイヤ30と交差するようにX方向に延びるワイヤ30の両側に配置されている。各カメラ41～44は制御部50に接続されており、各カメラが取得した画像のデータは制御部50に入力される。制御部50は、内部に情報処理を行うCPU51とデータやプログラム等を格納するメモリ52とを備えるコンピュータである。

[0029] 次に図3～6を参照しながら実施形態のワイヤ形状測定装置100の動作について説明する。以下の説明では、図4に示すように、半導体素子20の電極25と、基板11の電極12との間でX方向に延びるワイヤ30を、Y方向プラス側でワイヤ30の斜め上側に配置されたカメラ43で撮像した二次元画像と、Y方向マイナス側でワイヤ30の斜め上側に配置されたカメラ44で撮像した二次元画像とに基づいて、ワイヤ30の三次元画像を生成し、生成した三次元画像を用いてX方向に延びるワイヤ30の形状の検査を行うこととして説明する。図4において、符号35～37、39は、ワイヤ30の始端31と終端32と結ぶX軸の中間に所定の間隔 ΔX ごとに設定するワイヤ30の二次元座標の検出を行う二次元座標検出領域60（後で図5、6を参照して説明する）に位置するワイヤ30の部位を示す。

[0030] 図3のステップS101に示すように、制御部50のCPU51は、メモリ52からワイヤ30の半導体素子20の電極25に接続される始端31と基板11の電極12に接続される終端32の各座標（ x_s 、 y_s ）、（ x_e 、 y_e ）とを読み出す。ここで、各座標は、ワイヤ30の半導体素子20への接続位置情報である。また、制御部50のCPU51は、メモリ52から

ワイヤ30の太さ情報であるワイヤ30の直径を読み出す。

- [0031] 次に制御部50は、図3のステップS102に示すように、カメラ43、44で半導体装置10の画像を撮像し、図3のステップS103に示すように、撮像した画像をメモリ52に格納する。
- [0032] 半導体装置10のY方向プラス側に配置されたカメラ43でワイヤ30を撮像した場合、カメラ43の取得するワイヤ30の二次元画像は、図5に示すように、ワイヤ30の高さの変化に応じてY方向マイナス側に湾曲した画像となる。また、半導体装置10のY方向マイナス側に配置されたカメラ44でワイヤ30を撮像した場合、カメラ44の取得するワイヤ30の二次元画像は、図6に示すように、ワイヤ30の高さの変化に応じてY方向プラス側に湾曲した画像となる。
- [0033] 次に、制御部50は、図3のステップS104、図5に示すように、カメラ43が取得した画像中のワイヤ30の始端31と終端32と結ぶX軸の中間に所定の間隔 ΔX ごとにワイヤ30の二次元座標の検出を行う二次元座標検出領域60を設定する。そして、制御部50は、図3のステップS105に示すように、パターンマッチングを用いて二次元座標検出領域60の中からワイヤ30の直径と同様の太さの線状の画像を検索する。そして、制御部50は、ワイヤ30の直径と同様の太さの画像を検出したら、その画像の中心点の二次元座標を (x_{31}, y_{31}) 、 (x_{32}, y_{32}) 、 (x_{33}, y_{33}) として取得しメモリ52に格納する。この二次元座標 (x_{31}, y_{31}) 、 (x_{32}, y_{32}) 、 (x_{33}, y_{33}) は、図4に示すワイヤ30の部位35～36に対応する二次元座標である。そして、制御部50は、この二次元座標を取得する動作を始端31から終端32まで繰り返し行って、始端31から終端32までの全ての二次元座標検出領域60の中のワイヤ30の直径と同様の太さの画像の中心点の二次元座標 (x_{31}, y_{31}) ～ (x_{3e}, y_{3e}) を取得する。これらの二次元座標は、ワイヤ30の部位35～39にそれぞれ対応する二次元座標である。
- [0034] 同様に、制御部50は、図6に示すように、カメラ44が取得した画像中

に二次元座標検出領域 60 を設定し、パターンマッチングを用いて二次元座標検出領域 60 中のワイヤ 30 の直径と同様の太さの線状の画像を検索する。そして、制御部 50 は、ワイヤ 30 の直径と同様の太さの画像を検出したら、その画像の中心点の二次元座標を $(x_{41}, y_{41}) \sim (x_{4e}, y_{4e})$ として取得しメモリ 52 に格納する。これらの二次元座標は、ワイヤ 30 の部位 35 ~ 39 にそれぞれ対応する二次元座標である。そして、制御部 50 は、図 3 のステップ S106 で YES と判断したら図 3 のステップ S107 に進む。

[0035] 図 3 のステップ S105 でカメラ 43 の画像から取得した二次元座標 (x_{31}, y_{31}) とカメラ 44 の画像から取得した二次元座標 (x_{41}, y_{41}) とは、図 4 に示すワイヤ 30 の同一の部位 35 に対応する二次元座標なので、2 つの二次元座標と各カメラ 43, 44 の位置から、ワイヤ 30 の部位 35 の三次元座標を計算することができる。同様に、カメラ 43 の画像から取得した二次元座標 (x_{32}, y_{32}) 、 (x_{33}, y_{33}) とカメラ 44 の画像から取得した二次元座標 (x_{42}, y_{42}) 、 (x_{43}, y_{43}) とは、図 4 に示すワイヤ 30 の同一の部位 36, 37 に対応する二次元座標で、これらの座標からワイヤ 30 の部位 36, 37 の三次元座標を算出することができる。

[0036] そこで、制御部 50 は、図 3 のステップ S107 において、カメラ 43 で取得したワイヤ 30 の始端 31 から終端 32 までの各二次元座標 $(x_{31}, y_{31}) \sim (x_{3e}, y_{3e})$ と、カメラ 44 で取得したワイヤ 30 の始端 31 から終端 32 までの各二次元座標 $(x_{41}, y_{41}) \sim (x_{4e}, y_{4e})$ と、カメラ 43, 44 の各位置とに基づいて、図 4 に示すワイヤ 30 の始端 31 から終端 32 までの複数の部位 35 ~ 39 の三次元座標を算出する。

[0037] そして、制御部 50 は、図 3 のステップ S108 において、算出した複数の部位 35 ~ 39 の三次元座標を繋げてワイヤ 30 の三次元画像を生成する。従って、ワイヤ 30 の三次元画像は、三次元に曲がった曲線となる。

- [0038] 制御部50は、図3のステップS109において、生成したワイヤ30の三次元画像に基づいてワイヤ30の形状寸法の測定を行う。また、制御部50は、生成したワイヤ30の三次元画像とワイヤ30の基準ループ形状などの基準形状とを比較して、両者の寸法の差異を検出し、差異が所定の閾値を越えていた場合にワイヤ30の形状が異常と判断してもよい。
- [0039] また、制御部50は、生成したワイヤ30の三次元画像から、ワイヤ30の形状パラメータ、例えば、ワイヤ30の始端31からの高さであるループ高さ、始端31に形成される圧着ボールの厚さ、圧着ボールの直径等の形状寸法を測定し、測定した各形状寸法を基準値と比較することにより検査を行うようにしてもよい。
- [0040] 以上、説明したように、ワイヤ形状測定装置100は、ワイヤ30の始端31と終端32との二次元座標 (x_s, y_s) 、 (x_e, y_e) と、ワイヤ30の直径とを用いたパターンマッチングにより、各カメラ43, 44が取得した半導体装置10の各二次元画像からワイヤ30の三次元画像を生成するので、三次元画像を短時間に精度良く生成することができる。これにより、高精度で短時間にワイヤ30の形状測定、形状検査が可能となる。
- [0041] なお、Y方向に延びるワイヤ30の形状の検査以下は、カメラ41, 42が撮像した各二次元画像に基づいて同様の処理を行うことにより形状測定、形状検査を行う。
- [0042] また、2つのカメラ41, 42またはカメラ43, 44ではなく、4つのカメラ41～44で取得した二次元画像を処理してワイヤ30の三次元画像を生成してもよい。また、4つ以上のカメラの二次元画像を処理してワイヤ30の三次元画像を生成するようにしてもよい。
- [0043] 以上、説明した実施形態では、形状の測定或いは形状の検査を行うワイヤ30は、半導体素子20の電極25と基板11の電極12とを接続するものとして説明したが、これに限らない。例えば、半導体装置10が基板11の上に複数の半導体素子20を積層し、各層の半導体素子20の各電極25と、最下層の半導体素子20の電極25と基板11の電極12とを連続して接

続するワイヤ30の形状の検査にも適用することができる。この場合、ワイヤ30は、一つの層の半導体素子20の一の電極25と他の層の半導体素子20の他の電極25とを接続すると共に、最下層の半導体素子20の電極25と基板11の電極12とを接続する。

[0044] また、実施形態のワイヤ形状測定装置100を用いてワイヤ形状測定方法を実行する場合、図3に示すステップS102、S103に示すようにカメラで半導体装置10の二次元画像を撮像し、メモリ52に格納することは撮像ステップに該当する。また、図3のステップS104からS108に示すように、撮像した二次元画像からワイヤ30の三次元画像を生成することは三次元画像生成ステップを構成し、図3のステップS109に示すように三次元画像に基づいてワイヤ30の形状の測定を行うことは、測定ステップを構成する。また、図3のステップS109に示すように三次元画像に基づいてワイヤ30の形状の検査を行うことは、検査ステップを構成する。

[0045] また、図3のステップS104からS106のように二次元座標を抽出するステップは二次元座標抽出ステップを構成し、図3のステップS107に示すように、抽出した二次元座標に基づいて三次元座標を算出するステップは三次元座標算出ステップを構成し、図3のステップS108に示すように算出した三次元座標からワイヤ30の三次元画像を生成するステップは画像生成ステップを構成する。

[0046] また、実施形態のワイヤ形状測定装置100を用いてワイヤ三次元画像生成方法を実行する場合、図3のステップS102、S103に示すようにカメラで半導体装置10の二次元画像を撮像し、メモリ52に格納することは撮像ステップに該当する。また、図3のステップS104からS108に示すように、撮像した二次元画像からワイヤ30の三次元画像を生成することは三次元画像生成ステップを構成する。

符号の説明

[0047] 10 半導体装置、11 基板、12, 25 電極、20 半導体素子、30 ワイヤ、31 始端、32 終端、41～44 カメラ、41a～4

4 a 光軸、5 0 制御部、5 1 C P U、5 2 メモリ、6 0 二次元座標検出領域、1 0 0 ワイヤ形状測定装置。

請求の範囲

[請求項1]

基板と、
前記基板に取付けられた半導体素子と、
前記半導体素子の電極と前記基板の電極、又は、前記半導体素子の
一の電極と前記半導体素子の他の電極とを接続するワイヤと、を備え
る半導体装置のワイヤ形状測定装置であって、
前記半導体装置の二次元画像を撮像する複数のカメラと、
各前記カメラが取得した前記半導体装置の各二次元画像に基づいて
前記ワイヤの形状測定を行う制御部と、を備え、
前記制御部は、
前記ワイヤの前記基板又は前記半導体素子への接続位置情報と、前
記ワイヤの太さ情報とを用いたパターンマッチングにより、各前記カ
メラが取得した前記半導体装置の各二次元画像から前記ワイヤの三次
元画像を生成し、
生成した前記ワイヤの三次元画像に基づいて前記ワイヤの形状測定
を行うこと、
を特徴とするワイヤ形状測定装置。

[請求項2]

請求項1に記載のワイヤ形状測定装置であって、
前記制御部は、
前記ワイヤの前記基板又は前記半導体素子への接続位置情報と、前
記ワイヤの太さ情報とを用いて、各前記カメラが取得した前記半導体
装置の各二次元画像の中から前記ワイヤの一の部位に対応する各二次
元画像中の各点の各二次元座標をそれぞれ抽出し、
抽出した各二次元座標を用いて前記ワイヤの一の部位の一の三次元
座標を算出し、
算出した三次元座標に基づいて前記ワイヤの三次元画像を生成する
こと、
を特徴とするワイヤ形状測定装置。

- [請求項3] 請求項2に記載のワイヤ形状測定装置であって、
前記制御部は、
前記ワイヤの前記基板または前記半導体素子への接続位置情報と、
前記ワイヤの太さ情報とを用いて、各前記カメラが取得した前記半導体装置の各二次元画像の中から前記ワイヤの一の部位に対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標をそれぞれ抽出することを、前記ワイヤの始端から終端まで繰り返し行うことにより、前記ワイヤの複数の部位にそれぞれ対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標を抽出し、
抽出した前記ワイヤの複数の部位にそれぞれ対応する各二次元画像中の各二次元座標を用いて前記ワイヤの複数の部位の各三次元座標を算出し、
算出した前記ワイヤの複数の部位の各三次元座標に基づいて前記ワイヤの始端から終端までの三次元画像を生成すること、
を特徴とするワイヤ形状測定装置。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか1項に記載のワイヤ形状測定装置であって、
前記カメラは、
光軸が前記ワイヤの延びる方向と交差するように前記ワイヤの両側にそれぞれ配置されていること、
を特徴とするワイヤ形状測定装置。
- [請求項5] 請求項1から3のいずれか1項に記載のワイヤ形状測定装置であって、
前記制御部は、生成した前記ワイヤの三次元画像に基づいて前記ワイヤの形状検査を行うこと、
を特徴とするワイヤ形状測定装置。
- [請求項6] 請求項5に記載のワイヤ形状測定装置であって、
前記制御部は、

生成した前記ワイヤの三次元画像を前記ワイヤの基準形状と比較することにより前記ワイヤの形状検査を行うこと、
を特徴とするワイヤ形状測定装置。

[請求項7]

請求項6に記載のワイヤ形状測定装置であって、
前記制御部は、
生成した前記ワイヤの三次元画像から前記ワイヤの形状パラメータを抽出し、
抽出した前記形状パラメータを前記形状パラメータの基準値と比較することにより前記ワイヤの形状検査を行うこと、
を特徴とするワイヤ形状測定装置。

[請求項8]

基板と、
前記基板に取付けられた半導体素子と、
前記半導体素子の電極と前記基板の電極、又は、前記半導体素子の一の電極と前記半導体素子の他の電極とを接続するワイヤと、を備える半導体装置のワイヤ三次元画像生成方法であって、
複数のカメラで前記半導体装置の二次元画像をそれぞれ撮像する撮像ステップと、
前記ワイヤの前記基板または前記半導体素子への接続位置情報と、前記ワイヤの太さ情報とを用いたパターンマッチングにより、各前記カメラが取得した前記半導体装置の各二次元画像から前記ワイヤの三次元画像を生成する三次元画像生成ステップと、を含むこと、
を特徴とするワイヤ三次元画像生成方法。

[請求項9]

請求項8に記載のワイヤ三次元画像生成方法であって、
前記三次元画像生成ステップは、
前記ワイヤの前記基板又は前記半導体素子への接続位置情報と、前記ワイヤの太さ情報とを用いて、各前記カメラが取得した前記半導体装置の各二次元画像の中から前記ワイヤの一の部位に対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標をそれぞれ抽出する二次元座標抽出ス

テップと、

抽出した各二次元座標を用いて前記ワイヤの一の部位の一の三次元座標を算出する三次元座標算出ステップと、

算出した三次元座標に基づいて前記ワイヤの三次元画像を生成する画像生成ステップと、を含むこと、

を特徴とするワイヤ三次元画像生成方法。

[請求項10]

請求項9に記載のワイヤ三次元画像生成方法であって、

前記二次元座標抽出ステップは、

前記ワイヤの前記基板または前記半導体素子への接続位置情報と、前記ワイヤの太さ情報とを用いて、各前記カメラが取得した前記半導体装置の各二次元画像の中から前記ワイヤの一の部位に対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標をそれぞれ抽出することを、前記ワイヤの始端から終端まで繰り返し行うことにより、前記ワイヤの複数の部位にそれぞれ対応する各二次元画像中の各点の各二次元座標を抽出し、

前記三次元座標算出ステップは、

抽出した前記ワイヤの複数の部位にそれぞれ対応する各二次元画像中の各二次元座標を用いて前記ワイヤの複数の部位の各三次元座標を算出し、

前記画像生成ステップは、

算出した前記ワイヤの複数の部位の各三次元座標に基づいて前記ワイヤの始端から終端までの三次元画像を生成すること、

を特徴とするワイヤ三次元画像生成方法。

[請求項11]

基板と、

前記基板に取付けられた半導体素子と、

前記半導体素子の電極と前記基板の電極、又は、前記半導体素子の一の電極と前記半導体素子の他の電極とを接続するワイヤと、を備える半導体装置のワイヤ形状測定方法であって、

複数のカメラで前記半導体装置の二次元画像をそれぞれ撮像する撮像ステップと、

前記ワイヤの前記基板または前記半導体素子への接続位置情報と、前記ワイヤの太さ情報とを用いたパターンマッチングにより、各前記カメラが取得した前記半導体装置の各二次元画像から前記ワイヤの三次元画像を生成する三次元画像生成ステップと、

生成した前記ワイヤの三次元画像に基づいて前記ワイヤの形状測定を行う測定ステップと、を含むこと、

を特徴とするワイヤ形状測定方法。

[請求項12] 請求項11に記載のワイヤ形状測定方法であって、

生成した前記ワイヤの三次元画像に基づいて前記ワイヤの形状検査を行う検査ステップを含むこと、

を特徴とするワイヤ形状測定方法。

[請求項13] 請求項12に記載のワイヤ形状測定方法であって、

前記検査ステップは、

生成した前記ワイヤの三次元画像を前記ワイヤの基準形状と比較することにより前記ワイヤの形状検査を行うこと、

を特徴とするワイヤ形状測定方法。

[請求項14] 請求項13に記載のワイヤ形状測定方法であって、

前記検査ステップは、

生成した前記ワイヤの前記三次元画像から前記ワイヤの形状パラメータを抽出し、抽出した前記形状パラメータを前記形状パラメータの基準値と比較することにより前記ワイヤの形状検査を行うこと、

を特徴とするワイヤ形状測定方法。