

明 細 書

発明の名称：

ワイヤボンディング装置、メンテナンス方法、および、プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、ワイヤボンディング装置、メンテナンス方法、および、プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば、基板に実装された電子部品に対して金属ワイヤの一端をボンディングし、基板の端子に対して金属ワイヤの他端をボンディングすることで、電子部品と基板の端子との間に金属ワイヤを配線するワイヤボンディング装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-119988号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来の技術においては、ワイヤボンディング装置のメンテナンス方法についてなお改善の余地があった。

[0005] 本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、メンテナンスを好適に行うことができるワイヤボンディング装置、メンテナンス方法、および、プログラムを提供するものである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様におけるワイヤボンディング装置は、対象物にワイヤをボンディングするワイヤボンディング装置であって、ワイヤボンディング装置の動作に関する診断結果の時系列データに基づいて、初期状態の診断結果からの変化の推移を予測する予測部と、予測部により初期状態の診断結果から

の変化量が第1 閾値に達すると予測された時点、ワイヤボンディング装置のメンテナンスを行う時点として設定する設定部と、を備える。

[0007] 本発明の一態様におけるメンテナンス方法は、ワイヤボンディング装置のメンテナンスに関する情報を通知するメンテナンス方法であって、ワイヤボンディング装置の動作に関する診断結果の時系列データに基づいて、初期状態の診断結果からの変化の推移を予測する工程と、初期状態の診断結果からの変化量が第1 閾値に達すると予測された時点、ワイヤボンディング装置のメンテナンスを行う時点として設定する工程と、を含む。

[0008] また、本発明の一態様におけるプログラムは、一又は複数のコンピュータに、ワイヤボンディング装置の動作に関する診断結果の時系列データに基づいて、初期状態の診断結果からの変化の推移を予測する処理と、初期状態の診断結果からの変化量が第1 閾値に達すると予測された時点、ワイヤボンディング装置のメンテナンスを行う時点として設定する処理と、を実行させる。

発明の効果

[0009] 本発明により、メンテナンスを好適に行うことができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]一実施形態に係るワイヤボンディング装置の構成を示す図である。
- [図2]一実施形態に係るワイヤボンディング装置の制御構成を示す図である。
- [図3]初期状態の診断データからの変化の推移の一例を示す図である。
- [図4]一実施形態に係るワイヤボンディング装置におけるワイヤボンディングのメンテナンス時点の設定処理の一例を示すフローチャートである。
- [図5]一実施形態に係るワイヤボンディング装置におけるメンテナンス処理の一例を示すフローチャートである。
- [図6]一実施形態に係るワイヤボンディング装置におけるワイヤボンディングの品質の検査結果の報知処理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

[0011] 以下、図面を参照して、一実施形態に係るワイヤボンディング装置につい

て説明する。

- [0012] 図1に示すように、ワイヤボンディング装置10は、例えば、ステージ11と、XYテーブル12と、ボンディングヘッド13と、ボンディングアーム14と、キャピラリ15（ボンディングツールの一例）と、放電電極16と、クランプ17とを備える。
- [0013] ステージ11には、半導体チップ50を実装した基板51が載置されている。ステージ11には、基板51の端子を加熱するヒータ（図示略）が内蔵されている。
- [0014] XYテーブル12は、ボンディングヘッド13に連結されている。ボンディングヘッド13は、図示しない昇降機構を介して、ボンディングアーム14に連結されている。ボンディングアーム14は、ボンディングヘッド13から水平方向に突出するアームである。ボンディングアーム14の先端にはキャピラリ15が連結されている。キャピラリ15は、XYテーブル12によるボンディングヘッド13の水平方向への移動、および、昇降機構によるボンディングアーム14の上下方向への移動に伴って、ステージ11に載置された半導体チップ50に対して水平方向および上下方向に相対移動可能に構成されている。
- [0015] ボンディングアーム14には、超音波振動子が内蔵されている。超音波振動子は、ワイヤボンディングの実行時に電圧が印加されることで、ボンディングアーム14の先端に連結されたキャピラリ15に超音波振動を付与する。
- [0016] キャピラリ15は、ステージ11に対して上下方向において対向しており、上下方向に貫通する貫通孔を有している。キャピラリ15の貫通孔には、金線などのワイヤ60が挿通されている。キャピラリ15の近傍には放電電極16が配置されている。
- [0017] 放電電極16は、電圧が印加されることで、ワイヤ60の先端との間で放電を生じさせ、ワイヤ60の先端部を熔融してボール部61を形成する。
- [0018] クランプ17は、キャピラリ15の上方に設けられ、キャピラリ15の貫

通孔に挿通されたワイヤ60を挟持可能に構成されている。

[0019] そして、ワイヤボンディング装置10は、放電電極16への電圧の印加に伴ってワイヤ60の第1端に形成されたボール部61を半導体チップ50に押し付ける。そして、ワイヤボンディング装置10は、ワイヤ60の第1端を半導体チップ50に対してボンディングした後、キャピラリ15を移動してワイヤ60を湾曲させ、ワイヤ60の一部を基板51の端子に対して上下方向において対向させる。続いて、ワイヤボンディング装置10は、放電電極16への電圧の印加に伴ってワイヤ60の当該一部を基板51の端子に押し付ける。そして、ワイヤボンディング装置10は、ワイヤ60の当該一部を基板51の端子に対してボンディングした後、クランプ17によりワイヤ60を挟持した状態でキャピラリ15を上方に移動させることでワイヤ60を切断する。

[0020] 次に、ワイヤボンディング装置10の制御構成について説明する。

[0021] 図2に示すように、ワイヤボンディング装置10は、例えば、制御部110と、記憶部120とを備える。

[0022] 制御部110は、例えば、CPU (Central Processing Unit) などのハードウェアプロセッサがプログラム (ソフトウェア) を実行することにより実現される。また、これらの構成要素のうち一部または全部は、LSI (Large Scale Integration) やASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、GPU (Graphics Processing Unit) などのハードウェア (回路部: circuitryを含む) によって実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアの協働によって実現されてもよい。プログラムは、予めワイヤボンディング装置10のHDDやフラッシュメモリなどの記憶装置に格納されていてもよいし、DVDやCD-ROMなどの着脱可能な記憶媒体に格納されており、記憶媒体がドライブ装置に装着されることでワイヤボンディング装置10のHDDやフラッシュメモリにインストールされてもよい。

[0023] 記憶部120は、不揮発性の記憶媒体であり、例えばHDD (Hard Disk D

rive) によって構成されている。記憶部 120 は、ワイヤボンディング装置 10 の制御や処理を実行するプログラムの他にも、制御や演算に用いられる様々なパラメータ値、関数、ルックアップテーブル等を格納している。診断データ 121、第 1 閾値 122、第 2 閾値 123、および、メンテナンスデータ 124 は、制御や演算に用いられるパラメータ値の一例である。

[0024] 診断データ 121 は、ワイヤボンディング装置 10 の動作に関する診断結果の時系列データであり、ワイヤボンディング装置 10 を用いたボンディング毎に取得される。診断データ 121 のデータ項目は、例えば、XYZ リサージュ、XYZ 偏差、XY ガイド、Z 荷重、US インピーダンス、US 周波数、US キャリブレーション、CL 荷重を含む。XYZ リサージュは、例えば、リサージュ波形の A 相および B 相の平均を診断結果とする。XYZ 偏差は、各軸の偏差を測定し、XYZ 最適化時との差を診断結果とする。XY ガイドは、各測定区間時の電流指令値の最大値から最小値を差し引いた値を診断結果とする。Z 荷重は、Z キャリブレーション時における Z 軸の釣り合い荷重を診断結果とする。US インピーダンスは、US キャリブレーション時における共振インピーダンスを診断結果とする。US 周波数は、US キャリブレーション時における共振周波数を診断結果とする。US キャリブレーションは、US キャリブレーション値を診断結果とする。CL 荷重は、CL 荷重キャリブレーション時における開き始めの値を自己診断として使用し、キャリブレーション時の値と自己診断時の値の差を診断結果とする。第 1 閾値 122 は、ワイヤボンディング装置 10 のメンテナンス時点を事前に設定する際の診断データ 121 の閾値である。第 2 閾値 123 は、ワイヤボンディング装置 10 の動作を停止させる際の診断データ 121 の閾値である。第 1 閾値 122 は、第 2 閾値 123 よりも小さい値である。第 1 閾値 122 および第 2 閾値 123 は、例えば、前回のメンテナンスを実行した直後の診断データ 121 を基準データとして設定されている。メンテナンスデータ 124 は、第 1 閾値 122 を用いて設定されたワイヤボンディング装置 10 のメンテナンス時点を示す。

- [0025] 制御部 110 は、例えば、取得部 111 と、診断部 112 と、予測部 113 と、設定部 114 と、通知部 115 とを備える。
- [0026] 取得部 111 は、ワイヤボンディング装置 10 の動作に関する診断データ 121 を取得する。
- [0027] 診断部 112 は、取得部 111 により取得された診断データ 121 に基づいて、ワイヤボンディング装置 10 の動作を診断する。
- [0028] 予測部 113 は、ワイヤボンディング装置 10 の動作に関する診断データ 121 に基づいて、初期状態の診断データ 121 からの変化の推移を予測する。予測部 113 は、例えば、診断データ 121 に基づいて、初期状態の診断データ 121 からの変化の推移を近似した関数を算出する。初期状態は、例えば、ワイヤボンディング装置を導入した状態、メンテナンス後にワイヤボンディング装置を稼働した状態、または、ワイヤボンディング装置の画面上からリセットの指示があった状態を含む。
- [0029] 設定部 114 は、予測部 113 により初期状態の診断データ 121 からの変化量が第 1 閾値 122 に達すると予測された時点を、ワイヤボンディング装置 10 のメンテナンスを行う時点として設定する。設定部 114 は、例えば、予測部 113 により算出された関数と第 1 閾値 122 とが交差する時点をワイヤボンディング装置 10 のメンテナンスを行う時点として設定する。
- [0030] 設定部 114 は、ユーザから所定の操作を受け付けたか否かに基づいて、予測部 113 により初期状態の診断データ 121 からの変化量が第 1 閾値 122 に達した時点で、前記ワイヤボンディング装置のエラー停止を実行するか、または、ワイヤボンディング装置 10 のメンテナンスに関する情報を通知するかを切り替える。
- [0031] 通知部 115 は、設定部 114 によりワイヤボンディング装置 10 のメンテナンスに関する情報を通知すると設定されていることを条件に、ワイヤボンディング装置 10 のメンテナンスに関する情報を通知する。
- [0032] 図 3 は、初期状態の診断データからの変化の推移の一例を示す図である。同図に示す例では、診断データ 121 が定期的を取得されており、時間の経

過とともに、診断データ 1 2 1 のデータ数が蓄積されている。予測部 1 1 3 は、診断データ 1 2 1 のデータ数が所定数以上であることを条件に、初期状態の診断データ 1 2 1 からの変化の推移を近似した関数を算出し、算出した関数をグラフとして表示している。この例では、診断データ 1 2 1 は、時間の経過とともにデータ値が増大するグラフであり、診断データ 1 2 1 が第 1 閾値 1 2 2 に達した時点 t_1 が、ワイヤボンディング装置 1 0 のメンテナンスを行う時点として設定されている。

[0033] 図 4 は、ワイヤボンディング装置 1 0 のメンテナンス時点の設定履歴の一例を示す図である。同図に示す例では、設定履歴のデータ項目として、例えば、メンテナンスの種別、メンテナンス項目、メンテナンスの予定日を含む。これらデータ項目に隣接する位置には、メンテナンスの開始ボタン B 1 および完了ボタン B 2 が付されている。開始ボタン B 1 が操作された場合、該当するメンテナンスが手動で開始される。完了ボタン B 2 が操作された場合、該当するメンテナンスの実行が完了する。

[0034] 次に、一実施形態に係るワイヤボンディング装置 1 0 におけるワイヤボンディングの品質の検査結果の報知処理について、図 5 に示すフローチャートを参照して説明する。

[0035] 図 5 に示すように、ワイヤボンディング装置 1 0 は、診断データ 1 2 1 の基準データを設定する（ステップ S 1 0）。次に、ワイヤボンディング装置 1 0 は、診断データ 1 2 1 を取得する（ステップ S 1 1）。次に、ワイヤボンディング装置 1 0 は、初期状態の診断データ 1 2 1 からの変化の推移を予測する（ステップ S 1 2）。次に、ワイヤボンディング装置 1 0 は、初期状態の診断データ 1 2 1 からの変化量が第 1 閾値 1 2 2 に達すると予測された時点をも、ワイヤボンディング装置 1 0 のメンテナンスを行う時点として設定する（ステップ S 1 3）。これにより、図 5 に示すフローチャートが終了する。

[0036] 次に、一実施形態に係るワイヤボンディング装置 1 0 におけるワイヤボンディングの品質の検査結果の報知処理について、図 6 に示すフローチャート

を参照して説明する。

[0037] 図6に示すように、ワイヤボンディング装置10は、現時点がワイヤボンディング装置10のメンテナンスを行う時点に達したか否かを判定する(ステップS20)。ワイヤボンディング装置10は、現時点がワイヤボンディング装置10のメンテナンスを行う時点に達したと判定した場合(ステップS20=Y E S)、初期状態の診断データ121からの変化量が第1閾値122に達した時点で、ワイヤボンディング装置10のエラー停止を実行するとの設定がなされているか否かを判定する(ステップS21)。ワイヤボンディング装置10は、ワイヤボンディング装置10のエラー停止を実行するとの設定がなされていると判定した場合(ステップS21=Y E S)、エラー停止を実行する(ステップS22)。次に、ワイヤボンディング装置10は、メンテナンス開始の指示があるか否かを判定する(ステップS23)。ワイヤボンディング装置10は、メンテナンス開始の指示があると判定した場合(ステップS23=Y E S)、メンテナンスを実行し(ステップS24)、図6に示すフローチャートを終了する。一方、ワイヤボンディング装置10は、メンテナンス開始の指示がないと判定した場合(ステップS23=N O)、メンテナンスを実行することなく、図6に示すフローチャートを終了する。一方、ワイヤボンディング装置10は、現時点がワイヤボンディング装置10のメンテナンスを行う時点に達したと判定した場合(ステップS20=N O)、または、ワイヤボンディング装置10のエラー停止を実行するとの設定がなされていると判定した場合(ステップS21=N O)、メンテナンスのに関する情報を通知し(ステップS25)、図6に示すフローチャートを終了する。

[0038] なお、上記実施形態は、以下のような形態にて実施してもよい。

[0039] 上記実施形態において、第1閾値は、メンテナンスを行う前段階で予め初期値として設定されてもよい。

[0040] 上記実施形態において、ワイヤボンディング装置10の動作を停止させる際の診断データ121の閾値である第2閾値の設定を省略してもよい。

[0041] 以上、上記実施形態に係るワイヤボンディング装置 10 を、ワイヤ 60 によって半導体チップ 50 の端子と基板 51 の端子とを電氣的に接続する場合を例に挙げて説明した。これに代えて、上記実施形態に係るワイヤボンディング装置を、例えば、ワイヤ 60 によって半導体チップ 50 の端子とリードフレームの端子とを電氣的に接続することで半導体モジュールを構成する場合にも適用可能である。また、上記実施形態に係るワイヤボンディング装置を、例えば、ワイヤ 60 によって半導体チップ 50 の端子など、任意の電極上にバンプを形成する場合にも適用可能である。

符号の説明

[0042] 10…ワイヤボンディング装置、11…ステージ、12…XYテーブル、13…ボンディングヘッド、14…ボンディングアーム、15…キャピラリ、16…放電電極、17…クランプ、50…半導体チップ、51…基板、60…ワイヤ、61…ボール部、110…制御部、111…取得部、112…診断部、113…予測部、114…設定部、115…通知部、120…記憶部、121…診断データ、122…第1閾値、123…第2閾値、124…メンテナンスデータ。

請求の範囲

- [請求項1] 対象物にワイヤをボンディングするワイヤボンディング装置であって、
- 前記ワイヤボンディング装置の動作に関する診断結果の時系列データに基づいて、初期状態の前記診断結果からの変化の推移を予測する予測部と、
- 前記予測部により初期状態の前記診断結果からの変化量が第1閾値に達すると予測された時点を、前記ワイヤボンディング装置のメンテナンスを行う時点として設定する設定部と、
- を備える、
- ワイヤボンディング装置。
- [請求項2] 前記予測部は、前記診断結果の時系列データに基づいて、初期状態の前記診断結果からの変化の推移を近似した関数を算出し、
- 前記設定部は、前記関数と前記第1閾値とが交差する時点を前記ワイヤボンディング装置のメンテナンスを行う時点として設定する、
- 請求項1に記載のワイヤボンディング装置。
- [請求項3] 前記診断結果の時系列データは、前記ワイヤボンディング装置の前回のメンテナンス時以降に取得された時系列データにより構成されている、
- 請求項1または2に記載のワイヤボンディング装置。
- [請求項4] 前記第1閾値は、前回のメンテナンスを実行した直後の前記ワイヤボンディング装置の診断結果に基づいて設定されている、
- 請求項1から3のいずれか1項に記載のワイヤボンディング装置。
- [請求項5] 前記第1閾値は、前記ワイヤボンディング装置の動作を停止させる際の前記診断結果の閾値である第2閾値よりも小さい値である、
- 請求項1から4のいずれか1項に記載のワイヤボンディング装置。
- [請求項6] 所定の操作を受け付ける操作受付部をさらに備え、
- 前記設定部は、前記操作受付部を通じて前記所定の操作を受け付け

たか否かに基づいて、前記予測部により初期状態の前記診断結果からの変化量が第1 閾値に達した時点で、前記ワイヤボンディング装置のエラー停止を実行するか、または、前記ワイヤボンディング装置のメンテナンスに関する情報を通知するかを切り替える、

請求項1 から5 のいずれか1 項に記載のワイヤボンディング装置。

[請求項7] ワイヤボンディング装置のメンテナンスに関する情報を通知するメンテナンス方法であって、

前記ワイヤボンディング装置の動作に関する診断結果の時系列データに基づいて、初期状態の前記診断結果からの変化の推移を予測する工程と、

初期状態の前記診断結果からの変化量が第1 閾値に達すると予測された時点を、前記ワイヤボンディング装置のメンテナンスを行う時点として設定する工程と、

を含む、

メンテナンス方法。

[請求項8] 前記設定されたワイヤボンディング装置のメンテナンスを行う時点を通知する工程をさらに含む、

請求項7 に記載のメンテナンス方法。

[請求項9] 一又は複数のコンピュータに、

ワイヤボンディング装置の動作に関する診断結果の時系列データに基づいて、初期状態の前記診断結果からの変化の推移を予測する処理と、

初期状態の前記診断結果からの変化量が第1 閾値に達すると予測された時点を、前記ワイヤボンディング装置のメンテナンスを行う時点として設定する処理と、

を実行させる、

プログラム。