(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7565646号
(P7565646)

(45)発行日　令和6年10月11日(2024.10.11)

(24)登録日　令和6年10月3日(2024.10.3)

(51)国際特許分類
Ｈ０１Ｌ　21/60　(2006.01)

ＦＩ
Ｈ０１Ｌ　21/60　３０１Ｚ

請求項の数　9　（全10頁）

(21)出願番号　特願2023-523727(P2023-523727)
(86)(22)出願日　令和3年5月24日(2021.5.24)
(86)国際出願番号　PCT/JP2021/019624
(87)国際公開番号　WO2022/249243
(87)国際公開日　令和4年12月1日(2022.12.1)
審査請求日　令和5年6月9日(2023.6.9)
特許法第３０条第２項適用 令和３年２月１７日に、「ｈｔｔｐｓ：／／ｗｗｗ．ｙａｍａｈａ－ｍｏｔｏｒ－ｒｏｂｏｔｉｃｓ－ｏｎｌｉｎｅ－ｅｘｐｏ－２０２１．ｊｐ」にて公開。

(73)特許権者　519294332
株式会社新川
東京都武蔵村山市伊奈平２丁目５１番地の１
(74)代理人　100079108
弁理士　稲葉 良幸
(74)代理人　100109346
弁理士　大貫 敏史
(74)代理人　100117189
弁理士　江口 昭彦
(74)代理人　100134120
弁理士　内藤 和彦
(72)発明者　清野 勉
東京都武蔵村山市伊奈平２丁目５１番地の１ 株式会社新川内

最終頁に続く

(54)【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

(57)【特許請求の範囲】

【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、

複数のメンテナンス項目につい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を取得し、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、

前記予測部により前記複数のメンテナンス項目の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、前記複数のメンテナンス項目毎に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に記載のワイヤボンディング装置。

【請求項３】

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】
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】
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、
複数のメンテナンス項目につい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を取得し、初期状態からの前記診断結果の変化の推移を近似した関数を算出し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、
複数のメンテナンス項目の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、複数のメンテナンス項目毎に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７】
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６に記載のメンテナンス方法。
【請求項８】
一又は複数のコンピュータに、
複数のメンテナンス項目につい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を取得し、初期状態からの前記診断結果の変化の推移を近似した関数を算出し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、
複数のメンテナンス項目の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、複数のメンテナンス項目毎に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。
【請求項９】
前記複数のメンテナンス項目ごとに設定されたメンテナンス時点をそれぞれメンテナンス予定日として表示する表示部をさらに備える、
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。
【発明の詳細な説明】
【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】
【文献】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を、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を、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を、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、クランパ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の先端部を溶融してボール部６１を形成する。

【００１８】

クランパ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、クランパ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 Drive）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が定期的に取得されており、時間の経過とともに、診断データ１２１のデータ数が蓄積されている。予測部１１３は、診断データ１２１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１２１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１２１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１２１が第１閾値１２２に達した時点ｔ１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１０のメンテン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Ｂ１および完了ボタンＢ２が付されている。開始ボタンＢ１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Ｂ２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１０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１０は、診断データ１２１の基準データを設定する（ステップＳ１０）。次に、ワイヤボンディング装置１０は、診断データ１２１を取得する（ステップＳ１１）。次に、ワイヤボンディング装置１０は、初期状態の診断データ１２１からの変化の推移を予測する（ステップＳ１２）。次に、ワイヤボンディング装置１０は、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（ステップＳ１３）。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１０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＝ＹＥＳ）、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＝ＹＥＳ）、エラー停止を実行する（ステップＳ

２２）。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＝ＹＥＳ）、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＝ＮＯ）、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＝ＮＯ）、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＝ＮＯ）、メンテナンスの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の端子とを電気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気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。

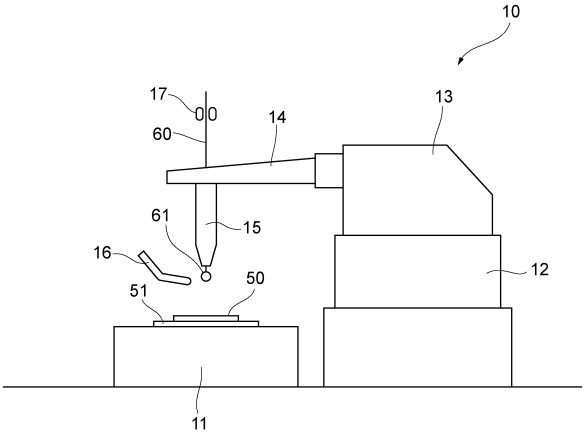
【符号の説明】

【００４２】

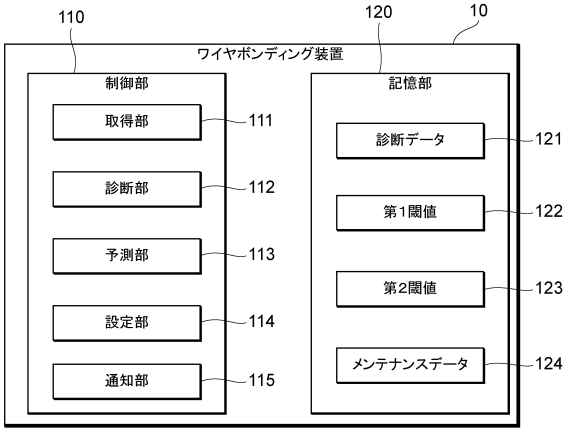
１０…ワイヤボンディング装置、１１…ステージ、１２…ＸＹテーブル、１３…ボンディングヘッド、１４…ボンディングアーム、１５…キャピラリ、１６…放電電極、１７…クランパ、５０…半導体チップ、５１…基板、６０…ワイヤ、６１…ボール部、１１０…制御部、１１１…取得部、１１２…診断部、１１３…予測部、１１４…設定部、１１５…通知部、１２０…記憶部、１２１…診断データ、１２２…第１閾値、１２３…第２閾値、１２４…メンテナンスデータ。

【図面】

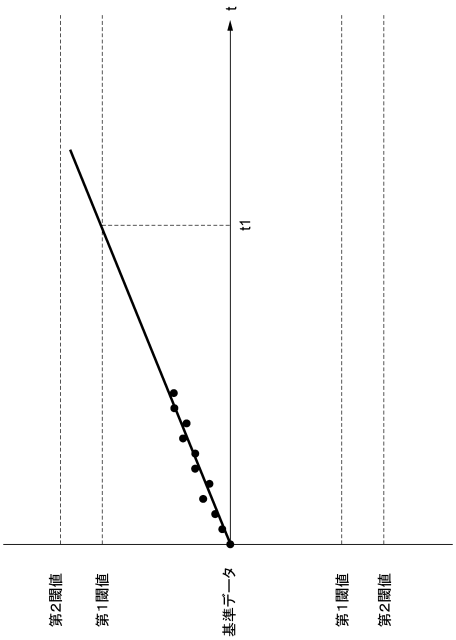
【図１】



【図２】



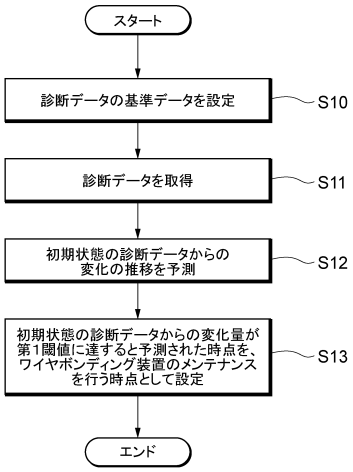
【図３】



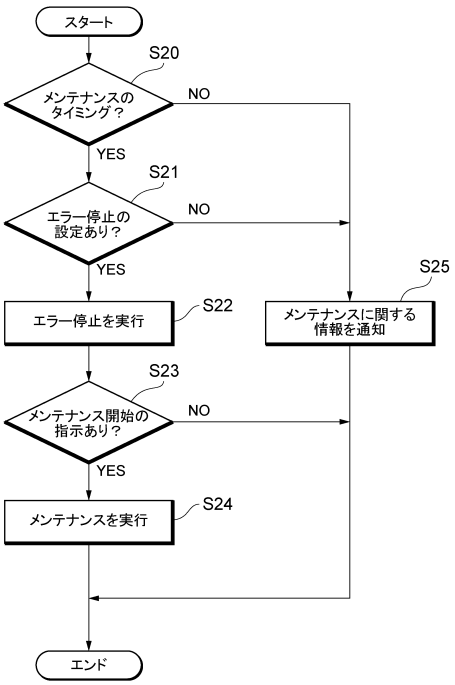
【図４】

種別	メンテナンス項目	予定日			
定期	CL清掃	2020/11/24	メンテナンス	完了	…
定期	CL荷重キャリブ	2020/10/26	メンテナンス	完了	…
定期	USキャリブ	2020/12/31	メンテナンス	完了	…
推奨	CL荷重キャリブ	2020/9/30	メンテナンス	完了	…
推奨	Zキャリブ	2020/12/1	メンテナンス	完了	…
推奨	XYZ最適化	2020/11/15	メンテナンス	完了	…
…	…	…	…	…	…

【図５】


スタート
診断データの基準データを設定
S10
診断データを取得
S11
初期状態の診断データからの
変化の推移を予測
S12
初期状態の診断データからの変化量が
第1閾値に達すると予測された時点を、
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
S13
エンド

【図６】


スタート
S20
メンテナンスの
タイミング？
NO
YES
S21
エラー停止の
設定あり？
NO
YES
S25
エラー停止を実行
S22
メンテナンスに関する
情報を通知
S23
メンテナンス開始の
指示あり？
NO
YES
メンテナンスを実行
S24
エンド

フロントページの続き

審査官　小池 英敏
(56)参考文献　特開２００４－３３５９４１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－１５２４８１（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１７６８６２（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／６０
Ｈ０１Ｌ　２１／６０７