

明 細 書

発明の名称：ワイヤボンディング装置

技術分野

[0001] 本発明は、ボンディングツールの押圧荷重の較正を行うワイヤボンディング装置に関する。

背景技術

[0002] ボンディングツールによって基板の電極または電子部品の電極にワイヤを押圧して基板と電子部品あるいは電子部品同士をワイヤで接続するワイヤボンディング装置が多く用いられている。ボンディング装置は、長時間連続して動作させると、周囲環境等の影響で経時的に押圧荷重が変化してしまう場合がある。押圧荷重はボンディングの際のワイヤと電極との合金の形成に大きな影響を及ぼすもので、押圧荷重が経時的に変化するとボンディング品質が低下してくる場合がある。このため、ワイヤボンディング装置では、所定の時間、例えば、1000時間程度、連続運転を行ったら、ワイヤボンディング装置を停止して押圧荷重の較正を行い、適切な押圧荷重を維持するようにしている。

[0003] 押圧荷重の較正は、例えば、次のような手順で行われる。まず、ヒートブロックの上にロードセルを取り付け、次に、ボンディングツールの先端をロードセルの上に接触させた状態で、ボンディング荷重を設定する。これにより、ワイヤボンディング装置は、ボンディングツールが設定荷重でロードセルを押圧するように動作する。一方、ボンディングツールの実際の押圧荷重はロードセルで検出される。そして、ロードセルで検出された実押圧荷重と設定押圧荷重に差異があった場合には、実押圧荷重が設定押圧荷重となる様に、ボンディングツールを駆動するモータの印加電流値を調節する（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平10-284532号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載されたような押圧荷重の較正は、ワイヤボンディング装置のヒートブロックの上にロードセルを取り付ける必要があるため、ヒートブロックのヒータをオフにしてロードセルが使用できる温度までヒートブロックの温度が低下するまで待つ必要があった。また、押圧荷重の較正が終了してから、ヒートブロックのヒータをオンにしてヒートブロックがボンディング可能な温度になるまで待機する必要があった。また、ヒートブロックの上には基板、電子部品等の品種に応じて高さを調整するための板状のヒートコマが取り付けられている場合には、ロードセルを取り付ける際にヒートコマを取りはずす必要がある。このため、押圧荷重の較正が終了した後にボンディングパラメータの再調整が必要となる。このように、押圧荷重の較正間隔を短くして押圧荷重をできるだけ一定に保つようにしてボンディング品質を確保しようとする、生産性が低下してしまうという問題があった。

[0006] そこで、本発明は、簡便な構成でボンディング動作に連続してボンディングツールの押圧荷重の較正が可能なボンディング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

[0007] 本発明のワイヤボンディング装置は、モータで上下方向に駆動され、電極にワイヤを押圧するボンディングツールと、ボンディングツールの押圧荷重に応じた変位が発生する弾性部材と、弾性部材の変位を検出する変位検出手段と、ボンディングツールの押圧荷重を調整する制御部と、を備え、制御部は、モータに所定値の電流を印加して弾性部材をボンディングツールで押圧し、変位検出手段によって弾性部材の変位を検出し、検出した変位に基づいてボンディングツールの押圧荷重を較正することを特徴とする。

[0008] 本発明のワイヤボンディング装置において、制御部の行うボンディングツールの押圧荷重の較正は、検出した変位と予め設定された基準変位とを比較

し、検出した変位と基準変位との差が小さくなるように、モータに印加する電流値を増減することとしてもよい。

[0009] 本発明のワイヤボンディング装置において、弾性部材は、モータに印加される複数の電流値に対応する複数の押圧点を有し、制御部は、モータに複数の電流値を順次印加して弾性部材の各押圧点をボンディングツールで順次押圧し、変位検出手段によって各押圧点の各変位を順次検出し、検出した各変位に基づいてボンディングツールの押圧荷重を較正することとしてもよい。

[0010] 本発明のワイヤボンディング装置において、複数の押圧点は、モータに複数の電流値を順次印加して各電流値に対応する弾性部材の各押圧点をボンディングツールで順次押圧した際の各変位が所定の範囲内となるように配置されていることとしてもよい。

[0011] 本発明のワイヤボンディング装置において、制御部の行うボンディングツールの押圧荷重の較正は、検出した各変位を各押圧点に印加された各荷重に変換し、モータに印加した複数の電流値と各押圧点に印加された荷重との関係を示す特性曲線を生成し、生成した特性曲線に基づいて、モータへの印加電流値を調整することとしてもよい。

[0012] 本発明のワイヤボンディング装置において、弾性部材は、板ばねであることとしてもよい。

発明の効果

[0013] 本発明のボンディング装置は、簡便な構成でボンディング動作に連続してボンディングツールの押圧荷重の較正をすることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置を示す平面図である。

[図2]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置の系統構成を示す系統図である。

[図3]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置の板ばねアセンブリを示す斜視図と平面図である。

[図4]図3に示す板ばねアセンブリの押圧点と押圧荷重と変位とを示す説明図

である。

[図5]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置の制御部が実行する第1の押圧荷重較正プログラムの動作を示すフローチャートである。

[図6]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置の制御部が実行する第2の押圧荷重較正プログラムの動作を示すフローチャートである。

[図7]図6に示す動作において生成するモータ印加電流値と荷重との特性曲線である。

[図8]本実施形態のワイヤボンディング装置の他の板ばねアセンブリを示す斜視図である。

[図9]本実施形態のワイヤボンディング装置の他の板ばねアセンブリを示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。図1に示すように、本実施形態のワイヤボンディング装置100は、フレーム10と、フレーム10の上に取り付けられたXYテーブル11と、XYテーブル11の上に取り付けられたボンディングヘッド12と、ボンディングヘッド12に取り付けられたボンディングアーム13と、ボンディングアーム13の先端に取り付けられた超音波ホーン14と、超音波ホーン14の先端に取り付けられたボンディングツールであるキャピラリ15と、半導体ダイ等の電子部品19が取り付けられた基板18と、基板18をX方向にガイドするガイドレール16と、ヒートブロック17と、板ばねアセンブリ20と、を備えている。

[0016] 図2に示すように、ボンディングヘッド12の内部には、ボンディングアーム13を上下方向(Z方向)に駆動するモータ40が設けられている。モータ40は、ボンディングヘッド12に固定された固定子41と、回転軸45の周りに回転する可動子42とで構成される。可動子42は、ボンディングアーム13の後部と一体となっており、可動子42が回転移動すると、ボンディングアーム13の先端は、上下方向(Z方向)に移動する。ボンディ

ングアーム 13 の先端には、超音波ホーン 14 のフランジ 14 b がボルト 14 c で固定されている。また、ボンディングアーム 13 の先端部分の下側面には、超音波ホーン 14 の超音波振動子 14 a を収容する凹部 13 a が設けられている。超音波ホーン 14 の先端には、キャピラリ 15 が取り付けられている。また、ヒートブロック 17 は、2本のガイドレール 16 の間のフレーム 10 の上に取り付けられており、板ばねアセンブリ 20 は、ヒートブロック 17 とガイドレール 16 の間のフレーム 10 の上に取り付けられている。また、ヒートブロック 17 には、ヒートブロック 17 を加熱するヒータ 17 a が取り付けられている。

[0017] 板ばねアセンブリ 20 の板ばね 31 の上面の高さは、ヒートブロック 17 の上に基板 18 が真空吸着された際の電子部品 19 の電極の上面の高さであるボンディング面（図 2 中で一点鎖線 47 で示す）と略同一の高さとなっている。また、可動子 42 の回転軸 45 の回転中心 43（図 2 中で一点鎖線 47 と一点鎖線 46 の交点で示す）の高さもボンディング面と略同一の高さとなっている。したがって、可動子 42 が回転移動すると、キャピラリ 15 の先端は、電子部品 19 の電極面及び板ばね 31 の上面に対して略垂直方向に上下に移動する。

[0018] モータ 40 の固定子 41 には、電源 49 から駆動電力が供給されている。固定子 41 に供給される電流値は電流センサ 51 で検出され、電流値はモータドライバ 48 によって調整される。また、可動子 42 の回転軸 45 には、可動子 42 の回転角度 ϕ を検出する角度センサ 52 が取り付けられている。更に、ボンディングヘッド 12 の近傍には、ワイヤボンディング装置 100 の代表温度を検出する温度センサ 53 が取り付けられている。

[0019] ワイヤボンディング装置 100 は、内部に演算や信号処理を行う CPU 61 と、ワイヤボンディング装置 100 を動作させるプログラムやプログラムの実行に必要なデータを格納するメモリ 62 とを備えるコンピュータで、ワイヤボンディング装置 100 全体の動作を制御する制御部 60 を備えている。制御部 60 は、角度センサ 52、電流センサ 51、温度センサ 53 の検出

した信号が入力される。制御部60は、モータ40の固定子41に供給する電流値を決定し、電流値の指令をモータドライバ48に出力する。モータドライバ48は、制御部60から入力された指令に基づいて、固定子41に印加する電流値を調整する。また、制御部60は、図1に示すXYテーブル11にも接続されており、キャピラリ15のXY方向の位置の指令をXYテーブル11に出力する。XYテーブル11は、制御部60の指令した位置にキャピラリ15のXY方向の位置を調整する。

[0020] 制御部60のCPU61は、角度センサ52、電流センサ51、温度センサ53の検出した信号及び、図示しない撮像装置等から入力される電子部品19や基板18の電極の位置信号、予めメモリ62に格納された電子部品19の種類や電極のピッチ等の情報に基づいて、メモリ62に格納しているボンディングプログラムを実行してモータ40を動作させてキャピラリ15を上下方向に動作させると共に、XYテーブル11をXY方向に移動させて、電子部品19の電極と基板18の電極とをワイヤで接続していくボンディング動作を実行させる。

[0021] また、制御部60は、メモリ62に後で説明する押圧荷重校正プログラムを格納している。制御部60のCPU61は、角度センサ52、電流センサ51、温度センサ53の検出した信号等に基づいてメモリ62に格納されている押圧荷重校正プログラムを実行してモータ40に所定値の電流を印加して板ばね31をキャピラリ15の先端で押圧し、板ばね31の変位を検出し、検出した変位に基づいてキャピラリ15の押圧荷重を校正する動作を実行する。

[0022] 図3(a)に示すように、板ばねアセンブリ20は、四角い平板状のベース21と、ベース21の先端部(X方向マイナス側の部分)の上方に突出した支持台22と、ベース21の下側(Z方向マイナス側)の面に設けられたフランジ26と、支持台22の上面(Z方向上側面)にボルト25で固定された片持ち梁の板ばね31とを備えている。板ばね31は、薄い金属の板であり、支持台22の上面からX方向マイナス側に向かって突出している。支

持台 22 の板ばね 31 の根元側に対応する部分は、板ばね 31 が下側に撓み変形できるように、切欠き部 23 が設けられている。また、フランジ 26 には、フレーム 10 に板ばねアセンブリ 20 をボルトで固定するためのボルト孔 27 が設けられている。

[0023] キャピラリ 15 の先端で板ばね 31 を押圧した際の Z 方向の変位は、荷重に比例する。このため、例えば、5 g 用の押圧点 32 を 200 g の荷重で押圧すると、5 g の荷重で押圧した際の 40 倍もの変位が発生してしまう。また、逆に 200 g 用の押圧点を 5 g の荷重で押圧しても変位は 200 g の荷重で押圧した際の $1/40$ となってしまう。このため、図 3 (b) に示すように、本実施形態の板ばね 31 は、先端に行くほど (X 方向マイナス側に行くほど) 幅が狭くなるテーパ部と幅が一定の帯状部とを組み合わせ、全体の幅が先端に行くほど細くなるような形状となっている。これにより、先端に行くほど、少ない荷重で大きな変位が発生し、根本ほど同じ変位を発生させるのに大きな荷重が必要となる構造となっている。

[0024] 図 3 (b) に示すように、板ばね 31 の上面には、ボンディングツールであるキャピラリ 15 の先端を押し当てる押圧点 32、33、34 がマークされている。各押圧点は、先端の押圧点 32 は、キャピラリ 15 の押圧荷重が、例えば、5 g 程度の小さい場合に使用する押圧点であり、中央の押圧点 33 は、キャピラリ 15 の押圧荷重が、例えば、20 g 程度の中位の大きさの場合に使用する押圧点であり、根本側の押圧点 34 はキャピラリ 15 の押圧荷重が、例えば、200 g 程度の大きい荷重の場合に用いる点である。

[0025] このように構成することによって、図 4 (a) に示すように、小さな荷重 $W1$ (例えば、5 g) で一番先端の押圧点 32 を押圧した際の変位 $\Delta 1$ と、図 4 (b) に示すように、中程度の荷重 $W2$ (例えば、20 g) で中間の押圧点 33 を押圧した際の変位 $\Delta 2$ と、図 4 (c) に示すように、大きな荷重 $W3$ (例えば、200 g) で根本の押圧点 34 を押圧した際の変位 $\Delta 3$ とは、略同様の大きさとなる。このため、押圧荷重に対応した押圧点を用いることにより、変位を略一定、あるいは所定の範囲内とすることができ、押圧点

を押圧した際のキャピラリ 15 の先端の位置がボンディング面から大きくずれることを抑制し、キャピラリ 15 による押圧荷重と変位との関係を的確に把握することができる。

[0026] <第 1 の押圧荷重校正プログラムの動作>

以上説明したワイヤボンディング装置 100 の制御部 60 の CPU 61 が実行する第 1 の押圧荷重校正プログラムの動作について図 5 を参照しながら説明する。

[0027] 図 5 のステップ S 101 に示すように、制御部 60 は、ワイヤボンディング装置 100 を始動する指令を出力する。ワイヤボンディング装置 100 は、ヒートブロック 17 のヒータ 17 a をオンとしてヒートブロック 17 の温度を所定の温度まで上昇させる。ヒートブロック 17 の温度が所定の温度になったら、表面に電子部品 19 が取り付けられた基板 18 をガイドレール 16 に沿って図示しない送り機構によってヒートブロック 17 の上まで移動させる。基板 18 がヒートブロック 17 の上に来たら、基板 18 は、ヒートブロック 17 の上に真空吸着される。

[0028] そして、ワイヤボンディング装置 100 は、メモリ 62 に格納されているボンディングプログラムに従って、キャピラリ 15 を上下方向に移動させると共に、XY テーブル 11 を XY 方向に移動させて電子部品 19 の電極と基板 18 の電極とをワイヤで接続していく。

[0029] 基板 18 に取り付けられている全ての電子部品 19 の電極と基板 18 の電極とのボンディングが終了したら、ワイヤボンディング装置 100 は、ヒートブロック 17 の真空を破壊して基板 18 をガイドレール 16 に沿ってヒートブロック 17 から図示しないストレージに移動させる。このような動作を繰り返して、多くの基板 18 に取り付けられた電子部品 19 の電極と基板 18 の電極とをボンディングしていく。

[0030] ボンディング開始当初は、ヒータ 17 a による熱がワイヤボンディング装置 100 全体に回っていないので、温度センサ 53 によって検出するワイヤボンディング装置 100 の代表温度は定常運転温度には達していない。図 5

のステップS 1 0 2に示すように、制御部6 0は、ワイヤボンディング装置1 0 0の代表温度が定常運転温度に達するまで待機する。そして、図5のステップS 1 0 2でワイヤボンディング装置1 0 0の代表温度が定常運転温度達したと判断したら、図5のステップS 1 0 3に進み、ボンディング動作を一端停止し、XYテーブル1 1を動作させてキャピラリ1 5の位置を板ばね3 1に押圧点3 2の上に移動させ、キャピラリ1 5の先端の高さ押圧点3 2の高さに合わせる。そして、モータ4 0に所定値の電流を印加する。この際、ヒータ1 7 aはオンのままとする。

[0031] モータ4 0に印加する電流値は、例えば、図4 (a)を参照して説明したような、板ばね3 1の押圧点3 2に5 g程度の荷重が掛る電流値である。この電流値は、ロードセルの上にキャピラリ1 5を押し付けてロードセルの検出荷重が5 gとなるような試験により予め定めた電流値であってよい。

[0032] 図4 (a)を参照して説明したように、板ばね3 1が $\Delta 1$ だけ変位すると、キャピラリ1 5の先端も $\Delta 1$ だけZ方向マイナス側に移動する。この際、ボンディングアーム1 3は、回転軸4 5の周りに所定の角度だけ回転する。制御部6 0は、角度センサ5 2の信号から、ボンディングアーム1 3の回転角度 ϕ を取得し、回転角度 ϕ をキャピラリ1 5の先端の変位 $\Delta 1$ 、すなわち、板ばね3 1の変位 $\Delta 1$ に変換して板ばね3 1の押圧点3 2の変位 $\Delta 1$ を検出する(図5のステップS 1 0 4)。従って、角度センサ5 2は、板ばね3 1の押圧点3 2の変位 $\Delta 1$ を検出する変位検出手段を構成する。

[0033] 制御部6 0は、図5のステップS 1 0 5に示すように、図5のステップS 1 0 4で検出した変位 $\Delta 1$ を基準変位 $\Delta 1 S$ としてメモリ6 2に格納する。

[0034] 基準変位 $\Delta 1 S$ をメモリ6 2に格納したら、制御部6 0は、ボンディング動作を再開して図5のステップS 1 0 6に進み、ワイヤボンディング装置1 0 0が、例えば、1 0 0 0時間等の所定時間だけ運転されて、次の押圧荷重の較正タイミングが来るまでボンディング動作を行う。

[0035] 制御部6 0は、所定の時間が経過し、押圧荷重の較正のタイミングが来たと判断したら、図5のステップS 1 0 7に進み、先にステップS 1 0 3で説

明したと同様、ボンディング動作を一端停止し、ヒータ17aはオンのままで、XYテーブル11を動作させてキャピラリ15の位置を板ばね31の押圧点32の上に移動させ、キャピラリ15の先端の高さ押圧点32の高さに合わせる。そして、モータ40に所定値の電流を印加する。そして、先に説明したと同様、角度センサ52の信号から、ボンディングアーム13の回転角度 ϕ を取得し、回転角度 ϕ を板ばね31の変位 $\Delta 1$ に変換して板ばね31の押圧点32の変位 $\Delta 1$ を検出する（図5のステップS108）。

[0036] そして、制御部60は、図5のステップS109に進み、先に設定した基準変位 $\Delta 1 S$ と今回検出した変位 $\Delta 1$ との差の絶対値 $d = | \text{検出変位} \Delta 1 - \text{基準変位} \Delta 1 S |$ を算出し、ステップS110に進んで所定の閾値を超えているかどうかを判断する。dが所定の閾値以下の場合は、押圧荷重の較正を行う必要はないと判断して図5のステップS106に戻り、ボンディング動作を再開する。

[0037] 一方、差の絶対値dが所定の閾値を超えていた場合には、押圧荷重が初期の押圧荷重からずれており、較正が必要と判断し、差の絶対値dが小さくなるようにモータに印加する電流値を増減する。例えば、検出変位 $\Delta 1$ が基準変位 $\Delta 1 S$ の110%程度となっている場合には、モータ40に印加する電流値を $(100 / 110)$ に低減してもよい。逆に、検出変位 $\Delta 1$ が基準変位 $\Delta 1 S$ の90%程度となっている場合には、モータ40に印加する電流値を $(100 / 90)$ に増加させてもよい。

[0038] そして、ワイヤボンディング装置100が運転を継続している間、制御部60は、図5のステップS106からS112の動作を繰り返し、ワイヤボンディング装置100が停止されたら、プログラムの動作を停止する。

[0039] 以上説明したように、本実施形態のワイヤボンディング装置100は、ボンディング動作に連続してキャピラリ15によって板ばね31を押圧し、板ばね31の変位に基づいてモータ40への印加電流値を調整するという簡便な方法で、ヒータ17aを停止せずにキャピラリ15の押圧荷重の較正を行うことができるので、生産性の低下を抑制しつつキャピラリ15の押圧荷重

をできるだけ一定に保ってボンディング品質を確保することができる。

[0040] <第2の押圧荷重校正プログラムの動作>

次に、図6を参照しながら、本発明のワイヤボンディング装置100のCPU61が実行する第2の押圧荷重校正プログラムの動作について説明する。この動作は、制御部60のメモリ62の中に、図7に示すような押圧荷重Wとモータ印加電流値iとの関係を示す特性曲線を格納しており、ボンディングの位置、電子部品19の種類等から定まる必要押圧荷重に応じて、この特性曲線を参照して必要なモータ印加電流値iの指令値をモータドライバ48に出力し、必要な押圧荷重を印加するようなボンディング動作を行うようなワイヤボンディング装置100において押圧荷重の校正を行うものである。なお、図5を参照して説明したのと同様の動作については、簡単に説明する。

[0041] 図6のステップS201に示すように、制御部60は、ワイヤボンディング装置100を始動する指令を出力すると、ワイヤボンディング装置100は、ヒートブロック17のヒータ17aをオンとしてヒートブロック17の温度が所定の温度まで上昇させる。そして、ヒートブロック17の温度が所定の温度になったら、表面に電子部品19が取り付けられた基板18をガイドレール16に沿って図示しない送り機構によってヒートブロック17の上まで移動させる。基板18がヒートブロック17の上に来たら、基板18は、ヒートブロック17の上に真空吸着される。

[0042] そして、ワイヤボンディング装置100は、メモリ62に格納されているボンディングプログラムに従って、キャピラリ15を上下方向に移動させると共に、XYテーブル11をXY方向に移動させて電子部品19の電極と基板18の電極とをワイヤで接続していく。ワイヤボンディング装置100は、メモリ62の中に図7の実線aで示すようなボンディングの際のキャピラリ15の押圧荷重Wを発生させるために必要なモータ印加電流値iの特性曲線を格納している。実線aで示す初期特性曲線は試験等で予め設定された特性曲線である。また、メモリ62には、電子部品19の種類やワイヤの直径

等の情報が格納されている。制御部60は、メモリ62に格納されたこれらの情報に基づいて、ワイヤを電極に押し付ける際の押圧荷重 W を決定する。そして、制御部60は、図7の実線aの特性曲線に基づいてワイヤを押圧する際にモータ40に印加するモータ印加電流値 i の指令値をモータドライバ48に出力する。モータドライバ48は、モータ40に印加される電流値が電流値指令となるよう調整する。このように、ボンディングの際には、図7に実線aで示す特性曲線に基づいてキャピラリ15の押圧荷重 W が制御されている。

[0043] 基板18に取り付けられている全ての電子部品19の電極と基板18の電極とのボンディングが終了したら、ワイヤボンディング装置100は、ヒートブロック17の真空を破壊して基板18をガイドレール16に沿ってヒートブロック17から図示しないストレージに移動させる。このような動作を繰り返して、多くの基板18に取り付けられた電子部品19の電極と基板18の電極とをボンディングしていく。

[0044] 図6のステップS202に示すように、ワイヤボンディング装置100は、温度センサ53で検出したワイヤボンディング装置100の代表温度が所定の定常運転温度になるまで待機し、代表温度が所定の温度になったら、図6のステップS203に進み、代表温度が定常運転温度に達してから例えば、1000時間等の所定運転時間だけ運転するまで待機する。そして、所定運転時間だけ運転したら、図6のステップS204に進む。

[0045] 制御部60は、図6に示すステップS204に進んだら、カウンタ N を1にリセットする。ここで、 N は、板ばね31の上に配置された押圧点32、33、34の番号である。以下の説明では、押圧点32は $N=1$ に対応する第1押圧点32、押圧点33は、 $N=2$ に対応する第2押圧点33、押圧点34は、 $N=3$ に対応する第3押圧点34として説明する。第1押圧点32は、図7に示す小さな押圧荷重 $W10$ 、例えば、5g程度で押圧されることに対応する押圧点であり、第2押圧点33は、図7に示す中程度の押圧荷重 $W20$ 、例えば、20g程度で押圧されることに対応する押圧点であり、第

3 押圧点 3 4 は、図 7 に示す大きな押圧荷重 W_{30} 、例えば、200 g 程度で押圧されることに対応する押圧点である。そして、図 7 に示すモータ印加電流値 i_{10} は、押圧荷重 W_{10} を発生させる際にモータ 4 0 に印加される電流値であり、モータ印加電流値 i_{20} は、押圧荷重 W_{20} を発生させる際にモータ 4 0 に印加される電流値であり、モータ印加電流値 i_{30} は、押圧荷重 W_{30} を発生させる際にモータ 4 0 に印加される電流値である。

[0046] 制御部 6 0 は、図 6 のステップ S 2 0 4 で N が 1 にセットされていた場合、図 6 のステップ S 2 0 5 に進んで、 $N = 1$ に対応する第 1 押圧点 3 2 を第 1 押圧点 3 2 に対応する押圧荷重 W_{10} で押圧するようにモータ 4 0 に図 7 に示すモータ印加電流値 i_{10} を印加する。そして、ステップ S 2 0 7 に進み、角度センサ 5 2 の信号から、ボンディングアーム 1 3 の回転角度 ϕ を取得し、回転角度 ϕ を第 1 押圧点 3 2 の変位 $\Delta 1 1$ に変換して第 1 押圧点 3 2 の変位 $\Delta 1 1$ を検出する（図 6 のステップ S 2 0 8）。第 1 押圧点 3 2 の変位 $\Delta 1 1$ と第 1 押圧点 3 2 に加わっている押圧荷重とは比例関係にあるから、制御部 6 0 は、検出した変位 $\Delta 1 1$ に第 1 押圧点 3 2 の変位と押圧荷重の関係を示す比例定数 $K 1$ を掛けて、変位 $\Delta 1 1$ を第 1 押圧点 3 2 に係る押圧荷重 W_{11} に変換する。制御部 6 0 は、変位 $\Delta 1 1$ を押圧荷重 W_{11} に変換したら、押圧荷重 W_{11} をメモリ 6 2 に格納する。

[0047] 制御部 6 0 は、押圧荷重 W_{11} をメモリ 6 2 に格納したら、図 6 のステップ S 2 0 9 に進んで、 N が最終値の N_{end} （実施形態では、押圧点は 3 2、3 3、3 4 の 3 つなので、 N_{end} は 3）となっているかどうか判断する。そして、 N が 3 になっていない場合には、図 6 のステップ S 2 1 0 で N を 1 だけインCREMENTして（この場合、 N は 2 となる）ステップ S 2 0 5 に戻る。

[0048] そして、先に説明したと同様、 $N = 2$ に対応する第 2 押圧点 3 3 を第 2 押圧点 3 3 に対応する押圧荷重 W_{20} で押圧するようにモータ 4 0 に図 7 に示すモータ印加電流値 i_{20} を印加する。そして、ステップ S 2 0 7 に進み第 2 押圧点 3 3 の変位 $\Delta 2 1$ を検出する。そして、制御部 6 0 は、検出した変

位 $\Delta 21$ に第2押圧点33の変位と押圧荷重の関係を示す比例定数 $K2$ を掛けて、変位 $\Delta 21$ を第2押圧点33に係る押圧荷重 $W21$ に変換する。制御部60は、変位 $\Delta 21$ を押圧荷重 $W21$ に変換したら、押圧荷重 $W21$ をメモリ62に格納する。制御部60は、図6のステップで N が最終値の N_{end} （実施形態では N_{end} は3）となっているかどうか判断する。そして、 N が3になっていない場合には、図6のステップS210で N を1だけインCREMENTして（この場合、 N は3となる）ステップS205に戻る。

[0049] そして、先に説明したと同様、 $N=3$ に対応する第3押圧点34を第2押圧点34に対応する押圧荷重 $W30$ で押圧するようにモータ40に図7に示すモータ印加電流値 $i30$ を印加する。そして、ステップS207に進み第3押圧点34の変位 $\Delta 31$ を検出する。そして、制御部60は、検出した変位 $\Delta 31$ に第3押圧点34の変位と押圧荷重の関係を示す比例定数 $K3$ を掛けて、変位 $\Delta 31$ を第2押圧点34に係る押圧荷重 $W31$ に変換する。制御部60は、変位 $\Delta 31$ を押圧荷重 $W31$ に変換したら、押圧荷重 $W31$ をメモリ62に格納する。制御部60は、図6のステップで N が最終値の N_{end} （実施形態では N_{end} は3）となっているかどうか判断する。今、 $N=3$ であるから、制御部60は、図6のステップS209でYESと判断して図6のステップS211に進む。

[0050] なお、図4（a）から図4（c）を参照して説明したように、本実施形態の板ばね31の各押圧点32、33、34は、それぞれの押圧点32、33、34に対応する押圧荷重 $W10$ （例えば、5g）、 $W20$ （例えば、20g）、 $W30$ （例えば、200g）が掛った場合の変位 $\Delta 10$ 、 $\Delta 20$ 、 $\Delta 30$ が略同一の値となる様に配置されている。このため、各押圧点32、33、34の変位と各押圧点32、33、34に係る押圧荷重の関係を示す比例定数 $K1$ 、 $K2$ 、 $K3$ は同一では無く、 $K1 < K2 < K3$ となっている。先の例示のように、 $W10$ が5g、 $W20$ が20g、 $W30$ が200gの場合には、 $K2$ は $K1$ の4倍、 $K3$ は $K1$ の40倍となっている。 $K1 \sim K3$ の値は、 $W10$ 、 $W20$ 、 $W30$ の値と板ばね31の各押圧点32～34の

位置によって予め設定され、メモリ 62 に格納されている。

[0051] 制御部 60 は、図 6 のステップ S205 から S208 を N 回（上記の場合は 3 回）繰り返して実行し、モータ印加電流値 i_{10} 、 i_{20} 、 i_{30} をモータ 40 に印加した場合の押圧荷重、 W_{11} 、 W_{21} 、 W_{31} を検出する。例えば、経時変化により、図 7 の一点鎖線 b に示すように、検出した W_{11} 、 W_{21} 、 W_{31} は当初の W_{10} 、 W_{20} 、 W_{30} よりも大きくなっている。そこで、制御部 60 は、ステップ S205 から S208 の結果から、図 7 に一点鎖線 b で示すように、ワイヤを押圧する際にモータ 40 に印加するモータ印加電流値 i の指令値を決定する新しい特性曲線を生成する。特性曲線は、 (i_{10}, W_{11}) 、 (i_{20}, W_{21}) 、 (i_{30}, W_{31}) の 3 つの点を線形補完して生成してもよいし、3 つの点から回帰曲線を求め、これから特性曲線を設定してもよい。

[0052] 制御部 60 は、図 7 の一点鎖線 b で示すような新しい特性曲線を生成したら、図 6 のステップ S212 に進んで、キャピラリ 15 によってワイヤを押圧する際の押圧荷重 W を調整する特性曲線を、ステップ S212 で生成した新しい特性曲線に置き換えて、ボンディング動作を再開する。再開されたボンディング動作においては、図 7 に示すように、押圧荷重 W_{10} を印加しようとする際には、制御部 60 は、モータ印加電流値 i を i_{10} よりも小さい i_{11} とする指令をモータドライバ 48 に出力する。モータドライバ 48 は、この指令に基づいて、モータの印加電流値 i が i_{11} となるように調整する。

[0053] そして、ワイヤボンディング装置 100 が運転を継続している間、制御部 60 は、図 6 のステップ S203 から S213 の動作を繰り返し、ワイヤボンディング装置 100 が停止されたら、プログラムの動作を停止する。

[0054] 以上説明したように、本実施形態のワイヤボンディング装置 100 は、ボンディング動作に連続して、ヒータ 17a を停止せずに、モータ 40 に複数の電流値 i_{10} 、 i_{20} 、 i_{30} を順次印加して板ばね 31 の各押圧点 32、33、34 をキャピラリ 15 で順次押圧し、各押圧点 32、33、34 の

各変位 $\Delta 11$ 、 $\Delta 21$ 、 $\Delta 31$ から各押圧点 32 、 33 、 34 に印加される各荷重 $W11$ 、 $W12$ 、 $W13$ を取得し、ワイヤを押圧する際にモータ 40 に印加するモータ印加電流値 i の指令値を決定する新しい特性曲線を生成し、新たに生成した特性曲線に基づいてモータ 40 への印加電流値を調整するようにする。これにより、本実施形態のワイヤボンディング装置 100 は、生産性の低下を抑制しつつキャピラリ 15 の押圧荷重をできるだけ一定に保ってボンディング品質を確保することができる。

[0055] 本実施形態では、板ばね 31 、図 $3(a)$ を参照して説明したように、先端に行くほど(X方向マイナス側に行くほど)幅が狭くなるテーパ部と幅が一定の帯状部とを組み合わせ、全体の幅が先端に行くほど細くなるような形状の片持ち梁として説明したが、板ばね 31 は、このような形状に代えて、例えば、図 8 に示すように、2つの支持台 22 に両端を固定され板ばね 71 であってもよい。この場合も板ばね 71 の上面には、複数の押圧点 72 、 73 、 74 が設けられていてもよい。また、図 9 に示すように、根本に向かうほど幅が広くなることに代えて、根本に向かう程、厚さを厚くするように構成し、その上に押圧点 76 、 77 、 78 を設けるような板ばね 75 のようにしてもよい。

[0056] 図 8 、図 9 に示したような板ばね 71 、 75 を用いた場合でも先に説明したのと同様の効果を奏することができる。

符号の説明

[0057] 10 フレーム、 11 テーブル、 12 ボンディングヘッド、 13 ボンディングアーム、 $13a$ 凹部、 14 超音波ホーン、 $14a$ 超音波振動子、 $14b$ フランジ、 $14c$ ボルト、 15 キャピラリ、 16 ガイドレール、 17 ヒートブロック、 $17a$ ヒータ、 18 基板、 19 電子部品、 20 アセンブリ、 21 ベース、 22 支持台、 23 切欠き部、 25 ボルト、 26 フランジ、 27 ボルト孔、 $32-34$ 、 $72-74$ 、 $76-78$ 押圧点、 40 モータ、 41 固定子、 42 可動子、 43 回転中心、 45 回転軸、 46 、 47 一点鎖線、 48 モータドライ

バ、４９ 電源、５１ 電流センサ、５２ 角度センサ、５３ 温度センサ、６０ 制御部、６１ ＣＰＵ、６２ メモリ、１００ ワイヤボンディング装置。

請求の範囲

- [請求項1] ワイヤボンディング装置であって、
モータで上下方向に駆動され、電極にワイヤを押圧するボンディングツールと、
ボンディングツールの押圧荷重に応じた変位が発生する弾性部材と、
、
前記弾性部材の変位を検出する変位検出手段と、
前記ボンディングツールの押圧荷重を調整する制御部と、を備え、
前記制御部は、
前記モータに所定値の電流を印加して前記弾性部材を前記ボンディングツールで押圧し、
前記変位検出手段によって前記弾性部材の変位を検出し、
検出した変位に基づいて前記ボンディングツールの押圧荷重を較正するワイヤボンディング装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のワイヤボンディング装置であって、
前記制御部の行う前記ボンディングツールの押圧荷重の較正は、
検出した前記変位と予め設定された基準変位とを比較し、
検出した前記変位と前記基準変位との差が小さくなるように、前記モータに印加する電流値を増減するワイヤボンディング装置。
- [請求項3] 請求項1に記載のワイヤボンディング装置であって、
前記弾性部材は、前記モータに印加される複数の電流値に対応する複数の押圧点を有し、
前記制御部は、
前記モータに複数の電流値を順次印加して前記弾性部材の各押圧点を前記ボンディングツールで順次押圧し、
前記変位検出手段によって前記各押圧点の各変位を順次検出し、
検出した各変位に基づいて前記ボンディングツールの押圧荷重を較正するワイヤボンディング装置。

- [請求項4] 請求項3に記載のワイヤボンディング装置であって、
 複数の押圧点は、
 前記モータに複数の電流値を順次印加して各電流値に対応する前記
 弾性部材の各押圧点を前記ボンディングツールで順次押圧した際の各
 変位が所定の範囲内となるように配置されているワイヤボンディング
 装置。
- [請求項5] 請求項3に記載のワイヤボンディング装置であって、
 前記制御部の行う前記ボンディングツールの押圧荷重の較正は、
 検出した各変位を各押圧点に印加された各荷重に変換し、
 前記モータに印加した複数の電流値と各押圧点に印加された荷重と
 の関係を示す特性曲線を生成し、
 生成した前記特性曲線に基づいて、前記モータへの印加電流値を調
 整するワイヤボンディング装置。
- [請求項6] 請求項4に記載のワイヤボンディング装置であって、
 前記制御部の行う前記ボンディングツールの押圧荷重の較正は、
 検出した各変位を各押圧点に印加された各荷重に変換し、
 前記モータに印加した複数の電流値と各押圧点に印加された荷重と
 の関係を示す特性曲線を生成し、
 生成した前記特性曲線に基づいて、前記モータへの印加電流値を調
 整するワイヤボンディング装置。
- [請求項7] 請求項1乃至6のいずれか1項に記載のワイヤボンディング装置で
 あって、
 前記弾性部材は、板ばねであるワイヤボンディング装置。