

明 細 書

発明の名称：電気回路異常検知装置

技術分野

[0001] 本発明は、電気回路の異常を検知する電気回路異常検知装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体チップ内の配線部と基板との間にハンダバンプや金バンプ等の導電性ボンディング材を置き、ヒータにより導電性ボンディング材を加熱溶融して半導体チップと基板とをボンディングするフリップチップボンディング方法が用いられている。この方法には、金バンプが存在するボンディング部分全体を加熱により急速に昇温して導電性ボンディング材を熱溶融させ、そしてボンディング部分を冷却により急速に降温して導電性ボンディング材を固化させることが可能なパルスヒータが用いられる（例えば、特許文献1 参照）。

[0003] しかし、パルスヒータは急速昇温、急速降温を繰り返すことにより劣化し、抵抗線が断線する場合がある。そこで、パルスヒータの抵抗線の抵抗値を検出し、抵抗値の上昇により断線を検知する方法が提案されている（例えば、特許文献2 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平10-275833号公報

特許文献2：特許第3277862号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、パルスヒータの抵抗線は、通電により発熱すると抵抗値が上昇することから、特許文献2に記載されているような方法では、部分的に断線している異常状態の場合には、通電の際の発熱による抵抗値の上昇にパルスヒータの異常による抵抗値の上昇が紛れてしまい、パルスヒータの異常を早期

に検出することができない場合があった。また、急激な温度上昇と冷却を繰り返すパルスヒータでは、断線した場合に急激な温度上昇が発生する虞があるため、早期に異常を検出する要求がある。

[0006] そこで、本発明は、電気回路の異常を早期に検出することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の電気回路異常検知装置は、電気回路にパルス信号を入力するパルスジェネレータと、電気回路とパルスジェネレータとの間を接続する接続線の間に設けられてパルスジェネレータから電気回路に入力されたパルス信号の電気回路からの反射波を取り出す方向性結合器と、方向性結合器に接続されて方向性結合器から入力される反射波を処理して電気回路の異常を検知する検知ユニットと、を備える電気回路異常検知装置であって、検知ユニットは、電気回路と同一の配線パターンで異常のない基準電気回路にパルス信号を入力した際に方向性結合器から入力される基準反射波の波形情報を格納した記憶部と、電気回路にパルス信号を入力した際に方向性結合器から入力される反射波の波形情報と記憶部に格納された基準反射波の波形情報とを比較することにより、電気回路の異常を検知する演算部と、を備えること、を特徴とする。

[0008] このように、電気回路にパルス信号を入力し、電気回路で反射した反射波の波形情報と基準反射波の波形情報とを比較することにより電気回路の異常の検知を行うので、電気回路の温度上昇による抵抗値の変化の影響を受けずに異常検知を行うことができる。これにより、通電の際の発熱による抵抗値の上昇に電気回路の異常による抵抗値の上昇が紛れてしまう部分断線のような異常を早期に検出することができる。

[0009] 本発明の電気回路異常検知装置において、方向性結合器と検知ユニットとの間に設けられたローパスフィルタを含み、電気回路は、パルスジェネレータから入力されたパルス信号を反射する反射源を多数含み、検知ユニットに入力される反射波及び基準反射波は、多数の反射源で反射された多数の個別反射波が重ね合わされた複合反射波をローパスフィルタに通した波形を有し

、検知ユニットの演算部は、反射波の大きさが所定の閾値を超えた後に、反射波の大きさと基準反射波の大きさとの差が所定の範囲を超えている場合に、電気回路の異常を検知してもよい。

[0010] これにより、曲がりの多い長い電気回路のように反射源が多く含まれる電気回路の異常を確実に検出することができる。

[0011] 本発明の電気回路異常検知装置において、電気回路と基準電気回路とは、抵抗線を多段折り返し配置したヒータでもよい。

[0012] これにより、ヒータの異常を早期に検出することができる。

発明の効果

[0013] 本発明は、電気回路の異常を早期に検出することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施形態の電気回路異常検知装置の構成を示す系統図である。

[図2]実施形態の電気回路異常検知装置が異常検知を行うパルスヒータの電気回路を示す平面図である。

[図3]パルスヒータにパルス信号を入力した際に実施形態の電気回路異常検知装置の検知ユニットに入力されるパルスヒータからの反射波の時間変化を示すグラフである。

[図4]実施形態の電気回路異常検知装置の動作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

[0015] 以下、図面を参照しながら実施形態の電気回路異常検知装置 10 について説明する。なお、以下の説明では、電気回路異常検知装置 10 は、図 2 に示すパルスヒータ 30 の抵抗線 33 の異常を検知することとして説明するが、これ以外の電気回路の異常を検知することに適用することも可能である。

[0016] 図 1 に示すように、電気回路異常検知装置 10 は、パルスジェネレータ 11 と、方向性結合器 12 と、ローパスフィルタ 13 と、検知ユニット 14 とで構成される。

[0017] パルスジェネレータ 11 は矩形又は三角形のパルス信号を電気回路であるパルスヒータ 30 の抵抗線 33 (図 2 参照) に出力する。方向性結合器 12

は、パルスヒータ 30 とパルスジェネレータ 11 との間を接続する接続線 15 の間に設けられてパルスジェネレータ 11 からパルスヒータ 30 に入力されたパルス信号のパルスヒータ 30 からの複合反射波を取り出す機器である。ローパスフィルタ 13 は、方向性結合器 12 から入力された複合反射波の高周波ノイズを除去して反射波として検知ユニット 14 に出力する。検知ユニット 14 は、ローパスフィルタ 13 から入力された反射波を処理してパルスヒータ 30 の抵抗線 33 の異常を検知する。

[0018] 検知ユニット 14 は、内部に情報処理を行うプロセッサである CPU 23 を含む演算部 21 と、演算部 21 に接続されて動作プログラム 24 と基準反射波の波形情報を含む基準反射波データベース 25 とが格納されている記憶部 22 と、で構成されている。検知ユニット 14 は、例えば、汎用コンピュータで構成されてもよい。

[0019] 異常検知の対象となるパルスヒータ 30 の抵抗線 33 は、図 2 に示すように、入力端子 31 と出力端子 32 と間に多段折り返し配置されており、多数の曲がり部 34 を含んでいる。パルスジェネレータ 11 から出力されて抵抗線 33 の中に進入したパルス信号は、多数の曲がり部 34 でそれぞれ反射されて個別反射波となって抵抗線 33 からパルスジェネレータ 11 に向かって反射してくる。

[0020] 抵抗線 33 は、長さが長く、曲がり部 34 が多数存在しているので、抵抗線 33 からは、多数の個別反射波がパルスジェネレータ 11 に向かって反射してくる。これらの多数の個別反射波は、抵抗線 33 の中を進む間に重ね合わされた複合反射波となる。複合反射波は、大きな高周波ノイズを含んでいる。

[0021] パルスヒータ 30 から方向性結合器 12 に進入した複合反射波は、方向性結合器 12 で取り出されてローパスフィルタ 13 に入力される。ローパスフィルタ 13 で高周波ノイズを除去された信号は、図 3 に示すような反射波として検知ユニット 14 に入力される。

[0022] 図 3 に示すように、反射波の波形は、異常の程度によって様々に変化する

。図3に示す実線aは抵抗線33に異常のない場合を示し、一点鎖線bと二点鎖線cとは部分断線の異常の場合を示し、破線dは完全断線の異常の場合を示す。ここで、部分断線とは、抵抗線33の一部の断面積が正常状態よりも少なくなった場合であり、例えば、一点鎖線bは、抵抗線33を破断させない程度の微小なクラックが発生した状態の反射波の波形を示す。二点鎖線cは、一点鎖線bの場合よりも抵抗線33のクラックが大きく断面積の欠損が大きい状態の場合の反射波の波形を示す。

[0023] 図3の実線aに示すように、抵抗線33に破断などの異常が無い正常な状態では、反射波の出力電圧値は、時刻 t_0 に所定の閾値 V_s となるまで上昇し、時刻 t_0 から急速に出力電圧値が大きくなり、時間がたつと略一定の出力電圧値となる。一点鎖線bで示す微小クラックが入った抵抗線33の場合には、時刻 t_0 の後、時刻 t_1 までは、破断が無い実線aと同様に出力が増加し、時刻 t_1 の後、実線aから少し遅れて階段状に出力電圧値が増加し、時間がたつと、実線aで示す異常がない場合よりも少し小さい略一定の出力電圧値となる。このため、実線aで示す異常のない正常な抵抗線33からの反射波の出力電圧値と、一点鎖線bで示す微小クラックによる部分断線の異常の場合の抵抗線33からの反射波の出力電圧値との差は、図3に示す時刻 t_1 の後に大きくなり、その後、差は小さくなる。

[0024] 部分断線の異常の場合でも断線面積が大きくなると、二点鎖線cで示す様に、反射波の波形は、破線dで示す完全断線の異常の場合の反射波の波形に近づいてくる。この場合、出力電圧値は、時刻 t_0 の後一端大きくなるが、時刻 t_1 に減少に転じ、時間がたつと、異常がない正常状態の波形に比べてかなり小さい略一定の出力電圧値となる。また、完全に破断した場合も同様に、時刻 t_0 の後一端大きくなり、時刻 t_1 の後に減少に転じ、時間がたつと、異常がない正常状態の波形に比べてかなり小さい略一定の出力電圧値となる。この際の略一定の出力電圧値は、二点鎖線cの部分断線の場合よりも少し小さくなる。このため、実線aで示す異常のない正常な抵抗線33からの反射波の出力電圧値と、二点鎖線cで示す部分断線や破線dで示す完全断

線のような異常のある場合の抵抗線 33 からの反射波の出力電圧値との差は、図 3 に示す時刻 t_1 の後に次第に大きくなっていく。

[0025] ここで、記憶部 22 に格納されている基準反射波データベース 25 について説明する。記憶部 22 に格納されている基準反射波データベース 25 は、異常検知の対象となるパルスヒータ 30 の抵抗線 33 と同一の配線パターンを有する異常のない基準パルスヒータを基準電気回路とし、この基準パルスヒータにパルスジェネレータ 11 からパルス信号を入力した際にローパスフィルタ 13 から入力される反射波の出力電圧値の時間変化を基準反射波の参照電圧値の時間変化として格納したものである。つまり、図 3 に実線 a で示す反射波の波形の時間変化を波形情報として格納したものである。基準反射波データベース 25 は、例えば、基準反射波の参照電圧値が所定の閾値 V_s よりも大きくなった時から、時間に対する基準反射波の参照電圧値の時間変化を格納したデータベースとしてもよい。なお、パルスヒータ 30 の抵抗線 33 の配線パターンが異なると反射波の波形が異なってくるので、基準反射波データベース 25 には、パルスヒータ 30 の抵抗線 33 の配線パターンの種類ごとに複数の基準反射波の波形情報が格納されている。

[0026] 以下、図 4 を参照しながら電気回路異常検知装置 10 の動作について説明する。図 4 のステップ S101 に示すように、パルスジェネレータ 11 からパルス信号を発信させる。すると、検知ユニット 14 には、図 3 の時刻 0 から時刻 t_0 に示すようにローパスフィルタ 13 からの反射波の信号が入力される。

[0027] 図 4 のステップ S102 に示すように、検知ユニット 14 の演算部 21 は、入力された反射波の出力電圧値が所定の閾値 V_s を超えるまで待機する。出力電圧値は、図 3 に示す時刻 t_0 に閾値 V_s に達するので、演算部 21 は、図 3 に示す時刻 t_0 にステップ S102 で YES と判断し、図 4 のステップ S103 に進み、図 3 に示す検知期間を規定するタイマをスタートさせる。そして、演算部 21 は、図 4 のステップ S104 に進み、時刻 t_0 における反射波の出力電圧値と基準反射波データベース 25 に格納されている基準

反射波の参照電圧値との差 ΔV を算出し、その差 ΔV の絶対値が所定値 ΔV_s を超えているかどうか判断する。ここで、時刻 t_0 における反射波の出力電圧値は時刻 t_0 における反射波の波形情報であり、時刻 t_0 における基準波の参照電圧値は時刻 t_0 における基準波の波形情報である。

[0028] 図3に示す時刻 t_0 では、一点鎖線 b 、二点鎖線 c 、破線 d で示される3つの反射波の波形の出力電圧値は、基準反射波の波形と同様の実線 a で示される波形の出力電圧値とほぼ同一であるから、演算部21は、図4のステップS104でNOと判断して図4のステップS106に進み、図3に示す検知インターバル Δt が経過するまで待機する。そして、時刻 t_0 から検知インターバル Δt 後の時刻 t_1 となったら、図4のステップS107でタイマが終了していないか判断し、図4のステップS107でNOと判断した場合には、図4のステップS104に戻って、時刻 t_1 における反射波の出力電圧値と基準反射波データベース25に格納されている基準反射波の参照電圧値との差 ΔV を算出し、その差 Δ の絶対値が所定値 ΔV_s を超えているかどうか判断する。

[0029] 時刻 t_1 では、一点鎖線 b 、二点鎖線 c 、破線 d で示される3つの反射波の波形の出力電圧値は、基準反射波の波形と同様の実線 a で示される波形の出力電圧値とわずかに差が出ているものの、所定値 ΔV_s までは達してしないため、演算部21は、再度、図4のステップS104でNOと判断して図4のステップS106に進み、次の検知インターバル Δt が経過するまで待機して、ステップS107でタイマが終了していない場合には、図4のステップS104に戻る。

[0030] 図3に示す様に、時刻 t_2 では、一点鎖線 b 、二点鎖線 c 、破線 d で示される3つの反射波の波形の出力電圧値は、基準反射波の波形と同様の実線 a で示される波形の出力電圧値との間に所定値 ΔV_s 以上の差異があるから、演算部21は、図4のステップS104でYESと判断して図4のステップS105に進み、異常検知を出力する。

[0031] また、演算部21は、図3に示す時刻 t_2 でNOと判断した場合には、図

4のステップS106、S107を実行し、図4のステップS107でYESと判断した場合には、検知期間の間、反射波の出力電圧値と基準反射波の参照電圧値と間に差異はなく、反射波の波形は基準反射波の波形と差異がなく、異常検知対象のパルスヒータ30の抵抗線33には異常がないと判断し、ステップS108において異常なし信号を出力する。

[0032] 以上説明したように、実施形態の電気回路異常検知装置10は、パルスヒータ30にパルス信号入力し、パルスヒータ30の抵抗線33で反射した反射波の波形情報と基準反射波の波形情報とを比較することによりパルスヒータ30の抵抗線33の異常検知を行うので、抵抗線33の温度上昇による抵抗値の変化の影響を受けずに抵抗線33の異常検知を行うことができる。これにより、通電の際の発熱による抵抗値の上昇にパルスヒータ30の異常による抵抗値の上昇が紛れてしまう部分断線のような異常を早期に検出することができる。

[0033] また、実施形態の電気回路異常検知装置10は、抵抗線33がパルスジェネレータ11から入力されたパルス信号を反射する反射源である曲がり部34を多数含んでいる場合でも、検知ユニット14の演算部21は、多数の反射源で反射された多数の個別反射波が重ね合わされた複合反射波をローパスフィルタ13に通した後の反射波と基準反射波の大きさとの差が所定の範囲を超えている場合に異常を検知するので、抵抗線33に反射源となる曲がり部34が多く含まれていた場合でも誤検出を抑制し、抵抗線33の異常を確実に検出することができる。

[0034] 以上の説明では、所定値 ΔV_s は一つであることとして説明したがこれに限らず、複数設定してもよい。例えば、図3の時刻 t_2 における一点鎖線bと実線aとの間の出力電圧差 ΔV_{s2} を所定値とし、図3の時刻 t_2 における二点鎖線cと実線aとの間の出力電圧差を ΔV_{s3} を第2の所定値とし、反射波の出力電圧値と基準反射波データベース25に格納されている基準反射波の参照電圧値との差 ΔV が ΔV_{s2} を超えている場合に異常を検知し、更に、 ΔV が ΔV_{s3} よりも小さい場合には、完全断線ではなく部分断線が

発生していると判断するようにしてもよい。また、 ΔV が ΔV_{s3} を超えている場合に、完全断線と判断してもよい。

[0035] 以上説明した電気回路異常検知装置10は、方向性結合器12と検知ユニット14との間にローパスフィルタ13を接続してパルスヒータ30の抵抗線33からの複合反射波に含まれる高周波ノイズを除去した反射波を検知ユニット14に入力し、検知ユニット14は入力された反射波に基づいて抵抗線33の異常を検知することとして説明したが、ローパスフィルタ13を設けず、複合反射波をそのまま検知ユニット14に入力して抵抗線33の異常を検知するようにしてもよい。

[0036] この場合、検知ユニット14の演算部21は、入力された複合反射波を演算処理して高周波ノイズを除去して反射波を生成し、生成した反射波に基づいて抵抗線33の異常を検知するようにしてもよい。また、予め高周波ノイズの波形、パターンを検出して基準反射波データベース中に格納しておき、このデータを用いて高周波ノイズを除去した反射波を生成し、生成した反射波を用いて抵抗線33の異常を検知してもよい。或いは、検知ユニット14の演算部21の演算速度を高周波ノイズの周波数を大きく超える周波数とした高速演算処理によって抵抗線33の異常を検知してもよい。

符号の説明

[0037] 10 電気回路異常検知装置、11 パルスジェネレータ、12 方向性結合器、13 ローパスフィルタ、14 検知ユニット、15 接続線、21 演算部、22 記憶部、23 CPU、24 動作プログラム、25 基準反射波データベース、30 パルスヒータ、31 入力端子、32 出力端子、33 抵抗線、34 曲り部。

請求の範囲

[請求項1]

電気回路にパルス信号を入力するパルスジェネレータと、
前記電気回路と前記パルスジェネレータとの間を接続する接続線の間に設けられて前記パルスジェネレータから前記電気回路に入力された前記パルス信号の前記電気回路からの反射波を取り出す方向性結合器と、
前記方向性結合器に接続されて前記方向性結合器から入力される前記反射波を処理して前記電気回路の異常を検知する検知ユニットと、
を備える電気回路異常検知装置であって、
前記検知ユニットは、前記電気回路と同一の配線パターンで異常のない基準電気回路に前記パルス信号を入力した際に前記方向性結合器から入力される基準反射波の波形情報を格納した記憶部と、
前記電気回路に前記パルス信号を入力した際に前記方向性結合器から入力される前記反射波の波形情報と前記記憶部に格納された前記基準反射波の波形情報とを比較することにより、前記電気回路の異常を検知する演算部と、を備えること、
を特徴とする電気回路異常検知装置。

[請求項2]

請求項1に記載の電気回路異常検知装置であって、
前記方向性結合器と前記検知ユニットとの間に設けられたローパスフィルタを含み、
前記電気回路は、前記パルスジェネレータから入力された前記パルス信号を反射する反射源を多数含み、
前記検知ユニットに入力される前記反射波及び前記基準反射波は、多数の前記反射源で反射された多数の個別反射波が重ね合わされた複合反射波を前記ローパスフィルタに通した波形を有し、
前記検知ユニットの前記演算部は、前記反射波の大きさが所定の閾値を超えた後に、前記反射波の大きさと前記基準反射波の大きさとの差が所定の範囲を超えている場合に、前記電気回路の異常を検知する

こと、

を特徴とする電気回路異常検知装置。

[請求項3]

請求項2に記載の電気回路異常検知装置であって、

前記電気回路と前記基準電気回路とは、抵抗線を多段折り返し配置したヒータであること、

を特徴とする電気回路異常検知装置。