

明 細 書

発明の名称：レーザーはんだ付け方法および装置

技術分野

[0001] 本発明は、配線基板の表面に実装される部品に対するはんだ付け作業を自動化するためのレーザーはんだ付け方法および装置に関する。

背景技術

[0002] はんだ付け対象にレーザー光をスポット状に投射してはんだ付けを行うレーザーはんだ付け装置および方法が従来から知られている。レーザーはんだ付け装置および方法により、微細な部分へのはんだ付けを非接触で行うことが可能となった。他方で、レーザーはんだ付け方法では、急激な加熱が行われることからプリント基板に与える局所的な熱ストレスが大きく、配線基板を焼損したり、はんだボールが発生したり、はんだ付け領域外に飛び散った残渣が生じたりするという課題があった。

[0003] 図11(a)～(c)は、レーザー照射域L3の直径をはんだ滴Sの直径よりも小さくした場合のはんだ滴Sおよびはんだ付け領域(ランドエリア)45の状態を説明する平面図であり、図11(d)～(f)は、レーザー照射域L4の直径をはんだ付け領域45よりも大きくした場合のはんだ滴Sおよびはんだ付け領域45の状態を説明する平面図である。

図11(a)では、はんだ付け領域45である電極パッド(ランド)には、はんだ滴Sが形成されている。図11(b)では、レーザー照射域L3をはんだ滴Sの直径よりも充分に小さくなるように調整した状態を示している。図11(c)では、図11(b)の状態からレーザー光を照射した後の状態を示しており、はんだ付け領域45の周辺には残渣46が生じている。

[0004] 図11(d)では、はんだ付け領域45である電極パッド(ランド)には、はんだ滴Sが形成されている。図11(e)では、レーザー照射域L4をはんだ付け領域45よりも充分に大きくなるように調整した状態を示している。図11(f)では、図11(e)の状態からレーザー光を照射した後の

状態を示しており、はんだ付け領域45の周辺には焦げ47が生じている。

[0005] 近年では、急激な加熱によるフラックスの突沸や基板焼損等の問題を防ぐために、はんだ粉が溶融せずフラックスの溶剤成分が気化するまで予備加熱を行い、その後、はんだ粉の溶融温度に本加熱することが行われている。この予備加熱はヒーター等で行われる場合もあれば、レーザー光の照射により行われる場合もある。

例えば、特許文献1では、はんだ付け用レーザーに加え予備加熱用レーザーを設け、照射径の大きい予備加熱用レーザーはんだ付け用レーザーを同時に照射してはんだ付けを行う装置が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特公平8-18125号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 電極パッド（ランド）の表面にはんだ滴を塗布してレーザー光で加熱をする技術においては、ランドエリアの外側を含んでレーザー光を照射すると、基板や周囲の弱熱部品を焦がしてしまうという課題がある。他方で、ランドエリアに塗布されたはんだ滴の直径よりも十分に小さい領域にレーザー光を照射するとフラックスの突沸等によりランドエリア外（はんだ付け領域外）に残渣が飛び散ったり、未溶融のまま周囲に散らばったり、はんだボールになったりするという課題がある。

[0008] また、レーザーはんだ付け装置により配線基板等のワークに対し自動ではんだ付けを行う場合、同装置をXYZロボットのロボットヘッドに搭載する必要がある。ここで、ロボットヘッドの重量が増すと駆動装置も大型化する必要があるため、ロボットヘッドに搭載するレーザーはんだ付け装置の軽量化を図ることが好ましい。他方で、ロボットヘッドにカメラを搭載して、はんだ付けの状況をチェックしたいとのニーズもある。

[0009] そこで、本発明は、基板や周囲の弱熱部品の焦げや残渣等の発生を防ぐことができるレーザーはんだ付け技術を提供することを目的とする。また、軽量化に適した構造を有するレーザーはんだ付け装置を提供することも目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の自動はんだ付け方法は、レーザーはんだ付け装置と、レーザーはんだ付け装置を上下方向に駆動するZ軸駆動装置と、を備えた自動はんだ付け装置を用いた自動はんだ付け方法であって、前記レーザーはんだ付け装置が、下部開口および下部開口と連通する照射用孔を有する本体と、レーザー装置と、照射用孔にレーザー装置からのレーザー光を入射する光ファイバと、レーザー光を反射または透過して下部開口に導光するミラーと、を備え、前記Z軸駆動装置により、上方から見た場合にレーザー光の照射径D1がはんだ滴Sの直径よりも大きい予め設定された大きさとなる位置に、レーザーはんだ付け装置の高さを合わせる第一高さ合わせ工程、前記レーザー装置に照射指令を送信し、はんだ滴Sにレーザー光を照射してフラックスの溶剤成分が揮発し、はんだ粉が溶融しない温度で加熱する予備加熱工程、前記Z軸駆動装置により、上方から見た場合にレーザー光の照射径D2がはんだ滴Sの直径よりも小さい予め設定された大きさとなる位置に、レーザーはんだ付け装置の高さを合わせる第二高さ合わせ工程、前記レーザー装置に照射指令を送信し、はんだ滴Sにレーザー光を照射してはんだ粉が溶融する温度で加熱してはんだ付けをする本加熱工程、を含むことを特徴とする。

[0011] 上記自動はんだ付け方法において、前記レーザー装置が、単一のレーザー装置により構成されることを特徴としてもよい。

上記自動はんだ付け方法において、前記第一高さ合わせ工程において、前記照射径D1を前記はんだ滴Sの直径の1.1倍～2.0倍の範囲内に設定することを特徴としてもよい。

上記自動はんだ付け方法において、前記第二高さ合わせ工程において、前記照射径D2を前記はんだ滴Sの直径の0.1倍～0.9倍の範囲内に設定

することを特徴としてもよい。

上記自動はんだ付け方法において、前記本加熱工程において、前記予備加熱工程と比べ高出力でレーザー光を照射することを特徴としてもよい。

上記自動はんだ付け方法において、前記本体が、撮像用孔を備え、さらに、撮像用孔および前記ミラーを介してワークを撮像する撮像装置と、を備え、前記本加熱工程において、はんだ付け後のワークを撮像することを特徴としてもよい。

上記自動はんだ付け方法において、前記はんだ滴Sの直径、当該直径に対応する照射径D1およびD2の組み合わせ並びにレーザー光の出力を複数パターン記憶しており、選択された一のパターンに基づき前記第一高さ合わせ工程および前記第二高さ合わせ工程を実行することを特徴としてもよい。

[0012] 本発明の自動はんだ付け装置は、レーザーはんだ付け装置と、レーザーはんだ付け装置を上下方向に駆動するZ軸駆動装置と、レーザーはんだ付け装置およびZ軸駆動装置の動作を制御する制御装置と、を備えた自動はんだ付け装置であって、前記レーザーはんだ付け装置が、下部開口および下部開口と連通する照射用孔を有する本体と、レーザー装置と、照射用孔にレーザー装置からのレーザー光を入射する光ファイバと、レーザー光を反射または透過して下部開口に導光するミラーと、を備え、前記制御装置が、前記Z軸駆動装置により、上方から見た場合にレーザー光の照射径D1がはんだ滴Sの直径よりも大きい予め設定された大きさとなる位置に、レーザーはんだ付け装置の高さを合わせる第一高さ合わせ工程、前記レーザー装置に照射指令を送信し、はんだ滴Sにレーザー光を照射してフラックスの溶剤成分が揮発し、はんだ粉が溶融しない温度で加熱する予備加熱工程、前記Z軸駆動装置により、上方から見た場合にレーザー光の照射径D2がはんだ滴Sの直径よりも小さい予め設定された大きさとなる位置に、レーザーはんだ付け装置の高さを合わせる第二高さ合わせ工程、前記レーザー装置に照射指令を送信し、はんだ滴Sにレーザー光を照射してはんだ粉が溶融する温度で加熱してはんだ付けをする本加熱工程、を実行することを特徴とする。

上記自動はんだ付け装置において、前記レーザー装置が、単一のレーザー装置により構成されることを特徴としてもよい。

上記自動はんだ付け装置において、前記第一高さ合わせ工程において、前記照射径D 1を前記はんだ滴Sの直径の1.1倍～2.0倍の範囲内に設定できることを特徴としてもよい。

上記自動はんだ付け装置において、前記第二高さ合わせ工程において、前記照射径D 2を前記はんだ滴Sの直径の0.1倍～0.9倍の範囲内に設定できることを特徴としてもよい。

上記自動はんだ付け装置において、前記本加熱工程において、前記予備加熱工程と比べ高出力でレーザー光を照射できることを特徴としてもよい。

上記自動はんだ付け装置において、前記本体が、撮像用孔を備え、さらに、撮像用孔および前記ミラーを介してワークを撮像する撮像装置と、を備えることを特徴としてもよい。

上記自動はんだ付け装置において、前記撮像用孔が垂直孔であり、前記撮像用孔の下側の端部開口である前記下部開口から前記レーザー光を照射すること、前記照射用孔が水平孔であり、前記撮像用孔と前記照射用孔の交点に前記ミラーが配置されることを特徴としてもよい。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、基板や周囲の弱熱部品を焦げや残渣等の発生を防ぐことができるレーザーはんだ付け技術を提供することが可能となる。

また、軽量化に適した構造を有するレーザーはんだ付け装置を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]第一実施形態に係るレーザーはんだ付け装置の正面図である。

[図2]第一実施形態に係るレーザーはんだ付け装置の正面断面図である。

[図3]取付部材に装着されたレーザーはんだ付け装置および吐出装置の正面図である。

[図4]第一実施形態に係る自動はんだ付け装置の正面図である。

[図5]第一実施形態に係る自動はんだ付け方法の処理手順を示すフローチャートである。

[図6] (a) 自動はんだ付け開始前に形成されたはんだ付け領域に収まるはんだ滴Sを示す平面図、(b) STEP 2におけるはんだ滴Sと照射域L 1を示す平面図、(c) STEP 3におけるはんだ滴Sを示す平面図、(d) STEP 4におけるはんだ滴Sと照射域L 2を示す平面図、(e) STEP 5を経たはんだ付け完了状態を示す平面図である。

[図7] (a) 自動はんだ付け開始前に形成されたはんだ付け領域に収まらないはんだ滴Sを示す平面図、(b) STEP 2におけるはんだ滴Sと照射域L 1を示す平面図、(c) STEP 3におけるはんだ滴Sを示す平面図、(d) STEP 4におけるはんだ滴Sと照射域L 2を示す平面図、(e) STEP 5を経たはんだ付け完了状態を示す平面図である。

[図8] (a) STEP 2におけるはんだ滴Sとレーザーはんだ付け装置を示す側面図、(b) STEP 4におけるはんだ滴Sとレーザーはんだ付け装置を示す側面図である。

[図9]第二実施形態に係るレーザーはんだ付け装置の正面断面図である。

[図10]第三実施形態に係るレーザーはんだ付け装置の正面断面図である。

[図11] (a) 従来技術における自動はんだ付け開始前のはんだ滴Sを示す平面図、(b) レーザー照射直前のはんだ滴Sと照射域L 3を示す平面図、(c) 自動はんだ付け完了後のはんだ滴Sを示す平面図、(d) 従来技術における自動はんだ付け開始前のはんだ滴Sを示す平面図、(e) レーザー照射直前のはんだ滴Sと照射域L 4を示す平面図、(f) 自動はんだ付け完了後のはんだ滴Sを示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0015] [第一実施形態]

<構成>

第一実施形態に係るレーザーはんだ付け装置1は、図1に示すように、はんだ付け装置本体2と、撮像装置3と、光ケーブル4と、を備えて構成され

る。

はんだ付け装置本体 2 は、正面視 L 字形であり、内部に円筒状の垂直孔である撮像用孔 5 および円筒状の水平孔である照射用孔 6 が形成されている（図 2 参照）。はんだ付け装置本体 2 の側端部には、光ファイバ（すなわち、光ファイバコア 21 およびクラッド）を被覆してなる光ケーブル 4 が光学的に接続されている。

撮像用孔 5 の上部開口部分には撮像装置 3 が設置されており、撮像用孔 5 の下部開口 7 から塗布領域を撮像する。撮像装置 3 は、例えばカラー CCD カメラであり、撮像装置 3 の撮像中心とレーザー光の光軸は一致している。第一実施形態では、Z 駆動装置 43 によりワークに対して集光レンズ 14 を昇降できるので、スポット径調整用のズームレンズは不要である。他方で、予備加熱時または本加熱時の高さで焦点が合うようにすると、昇降動作無しに撮像装置 3 の焦点あわせができるので好ましい場合もある。予備加熱時または本加熱時の高さで焦点合わせを可能とすべく、撮像装置 3 の装置本体 2 に対する物理的な位置を調節可能とする撮像位置調節機構（図示せず）を設けてもよい。この撮像位置調節機構は、例えばボールネジと電動モータとの組み合わせにより構成される。

[0016] 撮像装置 3 は、撮像した画像をソフトウェアで処理することができるものであれば CCD カメラ以外のものを採用することもでき、必要に応じて拡大レンズや照明を備えてもよい。なお、本実施形態では、撮像装置 3 を集光レンズ 14 の真上に配置しているので、ワークの向きと撮像画像の向きが一致する（後述する第二実施形態および第三実施形態のように撮像画像の向きが反転しない点で有利である。）。

本実施形態では、撮像装置 3 はレンズを備えておらず、半田付け装置本体 2 に後述する撮像用レンズ 12 と集光レンズ 14 を設けている。ここで、レンズ倍率は、「撮像用レンズ 12 の f 値／集光レンズ 14 の f 値」により従属的に決定される。重量およびコストの観点からは、レンズ構成枚数が少ない単焦点レンズを用いることが好ましい。ワークの位置・寸法を高精度で測

定するためには、比較的倍率が高く被写界深度が浅い高倍率のレンズを用いることが好ましい。

[0017] 撮像用孔5には、ミラー11と、撮像用レンズ12と、集光レンズ14とが配置されている。ミラー11は、撮像用孔5および照射用孔6が直交する位置に配置され、可視光を透過しレーザー光を反射するハーフミラーである。ミラー11は、光ファイバコア21からの照射光の光軸に対し45度傾斜して配置されており、撮像装置3に対しては集光レンズ14からの光を透過し、光ファイバコア21からの照射光を反射して集光レンズ14に入射する。

撮像用レンズ12は、ミラー11からの透過光を撮像装置3に導くレンズである。集光レンズ14は、はんだおよびはんだ付け領域45からの反射光を集光し、光ファイバコア21からのレーザー光をはんだ付け領域45である電極パッド（ランド）にスポット状に照射するための平凸レンズである。

[0018] 照射用孔6には、ファイバ用レンズ13が配置されている。ファイバ用レンズ13は、光ファイバコア21の端部から発せられた光を平行光にしてミラー11に入射するコリメートレンズである。照射用孔6のミラー11と反対側の端部には照射用孔6と比べ大幅に細い貫通孔に光ファイバコア21の端部が挿通されている。水平方向に延びる光ファイバコア21のミラー11と反対側には、連結部22が設けられている。連結部22には、光ケーブル4の終端部に設けられたフェルールと連結されたナット23が連結される。なお、図2では、連結部22およびナット23を簡略化して描画している。

光ケーブル4は、レーザー装置（図示せず）に接続されており、レーザー装置から射出されたレーザー光を伝送する。このレーザー装置は、例えば予備加熱時には数百mW～30W（または数百mW～20W）のレーザー光を数秒間照射し、本加熱時には数W～数十Wのレーザー光を数秒間照射する。レーザー光の照射出力をどの程度とするかは、ワークの種類と塗布径に基づき設定される。

[0019] レーザーはんだ付け装置1は、Z駆動装置43と連結された取付部材8に

装着されている。図3に示すように、取付部材8は、略矩形の板状部材により構成されており、レーザーはんだ付け装置1および吐出装置30が同一平面上に配置されている。取付部材8が、レーザーはんだ付け装置1および吐出装置30を保持することにより、XZ駆動装置(41, 43)によりレーザーはんだ付け装置1および吐出装置30を同時に移動することができる。取付部材8により、レーザーはんだ付け装置1と吐出装置30とで、別々の駆動装置を設ける必要はなくなるが、取付部材8に取り付けられた機器の総重量が増加するため、各駆動装置の負荷は高くなる。そのため、取付部材8に搭載するレーザーはんだ付け装置1および吐出装置30は、それぞれ軽量化を図ることが好ましい。

[0020] 吐出装置30は、ノズル31と、貯留容器32と、容器保持具33と、固定部材34と、アダプタ35と、チューブ36とを備えている。

ノズル31は、貯留容器32の下部開口に着脱自在に連結された汎用ノズルであり、ノズル径の異なるものに交換可能である。

貯留容器32は、汎用シリンジからなり、容器保持具33に挿入して保持される。貯留容器32にはペースト状はんだ(クリームはんだ)が充填されている。ペースト状はんだは、はんだ粉末と、液状またはペースト状(高粘性)のフラックスを混合したものである。ペースト状のフラックスは、溶剤で例えば数万~数十万 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ に粘度調整される。はんだ粉末は、例えば、錫(Sn)を母体として、鉛(Pb)、銀(Ag)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、ニッケル(Ni)、アンチモン(Sb)、インジウム(In)、ビスマス(Bi)のうち、いずれか一つまたは二つ以上を添加材として含んだ合金にて構成されている。

[0021] 固定部材34は、容器保持具33が有するねじ溝に挿入され、先端部に当接部を有するねじ部材である。固定部材34を正回転して当接部で押圧することにより貯留容器32を固定したり、逆回転して固定を解除したりすることができる。

貯留容器32の上部開口には、アダプタ35が着脱自在に装着されている

。アダプタ 35 は、チューブ 36 と連結されており、エア供給源（図示せず）からの加圧エアがチューブ 36 を介して貯留容器 32 内の上部空間に供給される。

なお、吐出装置 30 としては、例示のエア式ディスペンサに限定されず、ジェット式、プランジャ式、スクリー式など任意の方式の吐出装置（ディスペンサ）を用いることができる。ジェット式吐出装置には、一つの液滴を形成する際にニードルの先端をバルブシートに当接させる着座タイプのジェット式吐出装置と一つの液滴を形成する際にニードルの先端をバルブシートに当接させない非着座タイプのジェット式吐出装置があるが、本発明はいずれにも適用可能である。

[0022] 図 4 に示す自動はんだ付け装置 40 は、レーザーはんだ付け装置 1、吐出装置 30 と、X 駆動装置 41 と、Y 駆動装置 42 と、Z 駆動装置 43 と、ステージ 44 と、自動はんだ付け装置本体 50 と、各駆動装置（41，42，43）の動作を制御する制御装置（図示せず）と、から主に構成される。

ステージ 44 は、Y 駆動装置 42 と連結された板状部材からなり、ステージ 44 上にはワーク（例えば、表面に配線パターンが形成され、半導体素子が実装される基板）が載置される。第一実施形態のワークにはアライメントマークが付されており、アライメントマークを基準として上述の撮像装置 3 の焦点調節およびアライメントが行われる。なお、半導体チップの角などをアライメントマークとして利用してもよい。

[0023] レーザーはんだ付け装置 1 および吐出装置 30 は、取付部材 8 を介して Z 駆動装置 43 に搭載され、上下方向（すなわち Z 方向）52 に移動可能とされている。Z 駆動装置 43 を備えるロボットヘッドは、X 駆動装置 41 に搭載され、左右方向（すなわち X 方向）51 に移動可能とされている。レーザーはんだ付け装置 1 および吐出装置 30 は、Y 駆動装置 42 と連結されたステージ 44 に対し、XYZ 方向に相対移動することが可能である。

各駆動装置（41，42，43）は、微小距離間隔（例えば 0.1 mm 以下の精度）で連続的に位置決めをすることができ、例えばボールネジと電動

モータとの組み合わせや、リニアモータを用いて構成される。

[0024] 制御装置（図示せず）は、演算装置、記憶装置、表示装置および入力装置を備えたコンピュータであり、接続ケーブル（図示せず）を介して自動はんだ付け装置40と接続される。制御装置は、塗布座標（＝はんだ付け領域45の中心座標＝はんだ滴Sの中心座標）、塗布座標と対応するはんだ滴Sの直径、および、はんだ滴Sの直径に対応するレーザー照射径D1およびD2並びにレーザー光の出力を記憶装置に記憶している。

照射径D1は、予備加熱前のはんだ滴Sの直径よりも常に大きく、例えばはんだ滴Sの直径の1.1倍～2倍の範囲内で設定される。予備加熱時は、レーザーのパワー密度が低く部品や基板を焦がすリスクは小さいが、照射径D1を、はんだ付け領域45である電極パッド（ランド）内に収まるようにしてもよい。

照射径D2は、予備加熱前のはんだ滴Sの直径の例えば0.1倍～0.9倍の範囲内で設定される。

予備加熱前のはんだ滴Sの直径は、図6に例示されるようにはんだ付け領域45の範囲内に収まる大きさである場合もあれば、図7に例示されるようにはんだ付け領域45の範囲内に収まらない大きさである場合（はんだ滴Sの直径がはんだ付け領域45の短辺よりも大きい場合）もある。他方で、照射径D2は、はんだ付け領域45の範囲内に収まるように設定され、例えばはんだ付け領域45である電極パッド（ランド）の短辺または直径の50～95％である。

[0025] はんだ滴Sの直径に対応するレーザー照射径D1およびD2は、事前の実験により決定される。はんだ付け領域45毎に形成するはんだ滴Sの直径が異なる場合には、対応するレーザー照射径D1およびD2も異なるものとなる。はんだ滴Sの直径の変更範囲に閾値を設け、閾値を超える直径変更があった場合に照射径D1およびD2を変更することが好ましい。例えば、一枚の配線基板に対して多数の異なる直径のはんだ滴Sを形成する場合でも、直径変更が閾値内で行われる場合には、照射径D1およびD2を変更する必要

はない。

はんだ滴Sの直径と対応するレーザー照射径D 1 およびD 2 並びにレーザー光の出力の関係を予め複数パターン準備し、記憶装置に記憶し、塗布作業に応じて選択された一のパターンを実行することが好ましい。

[0026] 自動はんだ付け装置本体5 0は、卓上型の架台により構成され、内部にはY駆動装置4 2などが内蔵されている。

なお、本実施形態では、X駆動装置4 1、Y駆動装置4 2およびZ駆動装置4 3を備える態様を開示したが、本発明の自動はんだ付け方法を実現するための自動はんだ付け装置は、少なくともZ駆動装置4 3を備えていれば足りる。例えば、ワークを搬送する公知のコンベア装置とZ駆動装置4 3のみを備える自動はんだ付け装置を組み合わせることによっても、本発明の自動はんだ付け方法を実現することは可能である。

[0027] <動作>

図5～図8を参照しながら、自動はんだ付け装置4 0によるはんだ付け動作を説明する。はんだ付け領域4 5である電極パッド（ランド）には、はんだ滴Sが形成された状態にある（図6（a）および図7（a）参照）。

STEP 1： 制御装置は、X駆動装置4 1およびY駆動装置4 2を駆動して、下部開口7の中心直下にはんだ滴Sの中心が位置するようにロボットヘッド（Z駆動装置）4 3の水平位置合わせを行う。

STEP 2： 制御装置は、ロボットヘッド（Z駆動装置）4 3を上昇または下降移動させて、上方から見た場合にレーザー光の照射域L 1 がはんだ滴Sの直径よりも大きい予め設定された大きさとなる位置に高さ合わせをする（第一高さ合わせ工程。図6（b）および図7（b）参照）。はんだ滴Sの直径および照射域L 1（＝照射径D 1）を実現するためのロボットヘッド（Z駆動装置）4 3の高さ座標は、予め制御装置に入力されている。

[0028] STEP 3： 制御装置は、レーザー装置に照射指令を送信し、下部開口7からはんだ滴Sにレーザー光を数秒間照射して予備加熱する。これによりはんだ滴Sが含有するフラックスの溶剤成分が揮発し、はんだ粉が熔融しな

い温度（例えば、 $100 \sim 170^{\circ}\text{C}$ ）ではんだ滴Sが加熱され、揮発成分の少なくとも一部が蒸発して半固形状となる（図6（c）および図7（c）参照）。なお、予備加熱中、レーザー光の照射出力は一定とすればよいが、照射出力を変更してもよい。

STEP 4： 制御装置は、ロボットヘッド（Z駆動装置）43を上昇または下降移動させて、上方から見た場合にレーザー光の照射域L2がはんだ滴Sの直径よりも小さい予め設定された大きさとなる位置に高さ合わせをする（第二高さ合わせ工程。図6（d）、図7（d）および図8（b）参照）。照射域L2（＝照射径D2）を実現するためのロボットヘッド（Z駆動装置）43の高さ座標は、予め制御装置に入力されている。

STEP 5： 制御装置は、レーザー装置に照射指令を送信し、下部開口7からはんだ滴Sに予備加熱よりも高出力のレーザー光を数秒間照射して本加熱する。これによりはんだ粉が溶融し、塗布領域へのはんだ付け作業が完了する（図6（e）および図7（e）参照）。レーザー光の照射が停止されると、溶融したはんだは急速に固化する。なお、本加熱中、レーザー光の照射出力を変更してもよい。例えば、最初に数Wで0.1～2秒間照射し、続いて1～4秒間かけて出力を数十Wまで漸次増大させてから出力を停止してもよい（計2～6秒間の照射）。

[0029] 上記のSTEP 2および4において、レーザー光の照射域L1およびL2の大きさ（焦点と集光レンズ14との距離）を調節して、フラックスの溶剤成分の揮発具合およびはんだ粉の溶融具合を調節してもよい。基本的には、レーザー光の光量の調節は不要であるが、上記のSTEP 5において照射するレーザー光の強度を強めるなどの調整を行っても良い。

上記の各STEPにおいて、撮像装置3によりはんだ滴Sの状態を撮像し、表示装置に表示させてもよい。ここで、撮像装置3がズーム機能を備えていない場合には、STEP 2またはSTEP 4の高さ合わせ完了時に焦点が合うように調節してもよい。特にSTEP 4において焦点が合うように調節しておくとはんだ付け作業完了後（STEP 5完了後）の状態を撮像し、は

んだ付け作業の良否を判定することが可能となる。なお、レンズ１２の上下方向位置を調節する位置調節機構を設けてもよい。

[0030] 以上に説明した第一実施形態のレーザーはんだ付け装置１によれば、予備加熱と本加熱を行うことで、基板や周囲の弱熱部品を焦げや残渣等の発生を防ぐことができるレーザーはんだ付け装置を提供することが可能となる。また、レーザー装置（光源）を一つとし、光学部品数を最小限とすることで、レーザーはんだ付け装置の軽量化を図ることを可能としている。

[0031] [第二実施形態]

図９は、第二実施形態に係るレーザーはんだ付け装置６０の正面断面図である。第二実施形態は、撮像装置３がはんだ付け装置本体２の側方に配置され、光ケーブル４がはんだ付け装置本体２の上方に配置される点で第一実施形態と主に相違する。

はんだ付け装置本体２は、正面視Ｌ字形であり、内部に円筒状の水平孔である撮像用孔５および円筒状の垂直孔である照射用孔６が形成されている。照射用孔６の端部に設けられた下部開口７には、集光レンズ１４が装着されている。撮像装置３および光ケーブル４は、第一実施形態と同様である。

ミラー１１はハーフミラーであり、光ケーブルの端部から照射されたレーザー光はミラー１１を透過して電極パッド（ランド）に照射される。集光レンズ１４に入射された可視光はミラー１１により反射され撮像装置３に入射する。撮像用レンズ１２、ファイバ用レンズ１３および集光レンズ１４は、第一実施形態と同様である。

[0032] 以上に説明した第二実施形態のレーザーはんだ付け装置６０によれば、予備加熱と本加熱を行うことで、基板や周囲の弱熱部品を焦げや残渣等の発生を防ぐことができるレーザーはんだ付け装置を提供することが可能となる。また、レーザー装置（光源）を一つとし、光学部品数を最小限とすることで、レーザーはんだ付け装置の軽量化を図ることを可能としている。

なお、第二実施形態では、撮像装置３による撮像画像の向きがワークの向きと反転するため、ソフトウェアにより画像処理するか、撮像画像を再反転

させるためのミラーを設けることが必要である（この点では、第一実施形態の方が有利である。）。

[0033] [第三実施形態]

図 10 は、第三実施形態に係るレーザーはんだ付け装置 70 の正面断面図である。第三実施形態は、撮像装置 3 および光ケーブル 4 の双方がはんだ付け装置本体 2 の上方に配置される点で第一実施形態と主に相違する。

はんだ付け装置本体 2 は、正面視コの字形であり、内部に円筒状の垂直孔である撮像用孔 5 が形成された第一の筒と、内部に円筒状の垂直孔である照射用孔 6 が形成された第二の筒とを備えている。照射用孔 6 の端部に設けられた下部開口 7 には、集光レンズ 14 が装着されている。撮像装置 3 および光ケーブル 4 は、第一実施形態と同様である。

ミラー 11a はハーフミラーであり、光ケーブルの端部から照射されたレーザー光はミラー 11a を透過して電極パッド（ランド）に照射される。集光レンズ 14 に入射された可視光はミラー 11a により反射されてミラー 11b に入射し、ミラー 11b に反射されて撮像装置 3 に入射する。ミラー 11b は一般的な鏡により構成することができる。撮像用レンズ 12、ファイバ用レンズ 13 および集光レンズ 14 は、第一実施形態と同様である。

[0034] 以上に説明した第三実施形態のレーザーはんだ付け装置 60 によれば、予備加熱と本加熱を行うことで、基板や周囲の弱熱部品を焦げや残渣等の発生を防ぐことができるレーザーはんだ付け装置を提供することが可能となる。

なお、第三実施形態では、二枚のミラーを有するため撮像画像の反転は生じないが、光学部品が増え、はんだ付け装置本体 2 も大きくなるため軽量化の点では第一実施形態の方が有利である。

[0035] 以上、本発明の好ましい実施形態例について説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態例の記載に限定されるものではない。上記実施形態例には様々な変更・改良を加えることが可能であり、そのような変更または改良を加えた形態のものも本発明の技術的範囲に含まれる。

符号の説明

[0036] 1 レーザーはんだ付け装置（第一実施形態）

2 はんだ付け装置本体

3 撮像装置

4 光ケーブル

5 撮像用孔

6 照射用孔

7 下部開口

8 取付部材

1 1 ミラー

1 2 撮像用レンズ

1 3 ファイバ用レンズ

1 4 集光レンズ

2 1 光ファイバコア

2 2 連結部

2 3 ナット

3 0 吐出装置

3 1 ノズル

3 2 貯留容器

3 3 容器保持具

3 4 固定部材

3 5 アダプタ

3 6 チューブ

4 0 自動はんだ付け装置

4 1 X駆動装置

4 2 Y駆動装置

4 3 Z駆動装置（ロボットヘッド）

4 4 ステージ

4 5 はんだ付け領域（ランドエリア）

4 6 残渣

4 7 焦げ

5 0 自動はんだ付け装置本体

5 1 X方向

5 2 Z方向

6 0 レーザーはんだ付け装置（第二実施形態）

7 0 レーザーはんだ付け装置（第三実施形態）

S はんだ滴

D 1, D 2 レーザー照射径

L 1, L 2 レーザー照射域

請求の範囲

- [請求項1] レーザーはんだ付け装置と、レーザーはんだ付け装置を上下方向に駆動するZ軸駆動装置と、を備えた自動はんだ付け装置を用いた自動はんだ付け方法であって、
- 前記レーザーはんだ付け装置が、
- 下部開口および下部開口と連通する照射用孔を有する本体と、
- レーザー装置と、
- 照射用孔にレーザー装置からのレーザー光を入射する光ファイバと、
- 、
- レーザー光を反射または透過して下部開口に導光するミラーと、を備え、
- 前記Z軸駆動装置により、上方から見た場合にレーザー光の照射径D1がはんだ滴Sの直径よりも大きい予め設定された大きさとなる位置に、レーザーはんだ付け装置の高さを合わせる第一高さ合わせ工程、
- 、
- 前記レーザー装置に照射指令を送信し、はんだ滴Sにレーザー光を照射してフラックスの溶剤成分が揮発し、はんだ粉が溶融しない温度で加熱する予備加熱工程、
- 前記Z軸駆動装置により、上方から見た場合にレーザー光の照射径D2がはんだ滴Sの直径よりも小さい予め設定された大きさとなる位置に、レーザーはんだ付け装置の高さを合わせる第二高さ合わせ工程、
- 、
- 前記レーザー装置に照射指令を送信し、はんだ滴Sにレーザー光を照射してはんだ粉が溶融する温度で加熱してはんだ付けをする本加熱工程、
- を含むことを特徴とする自動はんだ付け方法。
- [請求項2] 前記レーザー装置が、単一のレーザー装置により構成されることを特徴とする請求項1に記載の自動はんだ付け方法。

- [請求項3] 前記第一高さ合わせ工程において、前記照射径D 1 を前記はんだ滴Sの直径の1.1倍～2.0倍の範囲内に設定することを特徴とする請求項1または2に記載の自動はんだ付け方法。
- [請求項4] 前記第二高さ合わせ工程において、前記照射径D 2 を前記はんだ滴Sの直径の0.1倍～0.9倍の範囲内に設定することを特徴とする請求項3に記載の自動はんだ付け方法。
- [請求項5] 前記本加熱工程において、前記予備加熱工程と比べ高出力でレーザー光を照射することを特徴とする請求項4に記載の自動はんだ付け方法。
- [請求項6] 前記本体が、撮像用孔を備え、
さらに、撮像用孔および前記ミラーを介してワークを撮像する撮像装置と、を備え、
前記本加熱工程において、はんだ付け後のワークを撮像することを特徴とする請求項5に記載の自動はんだ付け方法。
- [請求項7] 前記はんだ滴Sの直径、当該直径に対応する照射径D 1 およびD 2 の組み合わせ並びにレーザー光の出力を複数パターン記憶しており、選択された一のパターンに基づき前記第一高さ合わせ工程および前記第二高さ合わせ工程を実行することを特徴とする請求項5に記載の自動はんだ付け方法。
- [請求項8] レーザーはんだ付け装置と、レーザーはんだ付け装置を上下方向に駆動するZ軸駆動装置と、レーザーはんだ付け装置およびZ軸駆動装置の動作を制御する制御装置と、を備えた自動はんだ付け装置であって、
前記レーザーはんだ付け装置が、
下部開口および下部開口と連通する照射用孔を有する本体と、
レーザー装置と、
照射用孔にレーザー装置からのレーザー光を入射する光ファイバと、
、

レーザー光を反射または透過して下部開口に導光するミラーと、を
備え、

前記制御装置が、

前記Z軸駆動装置により、上方から見た場合にレーザー光の照射径
D1がはんだ滴Sの直径よりも大きい予め設定された大きさとなる位
置に、レーザーはんだ付け装置の高さを合わせる第一高さ合わせ工程

、

前記レーザー装置に照射指令を送信し、はんだ滴Sにレーザー光を
照射してフラックスの溶剤成分が揮発し、はんだ粉が溶融しない温度
で加熱する予備加熱工程、

前記Z軸駆動装置により、上方から見た場合にレーザー光の照射径
D2がはんだ滴Sの直径よりも小さい予め設定された大きさとなる位
置に、レーザーはんだ付け装置の高さを合わせる第二高さ合わせ工程

、

前記レーザー装置に照射指令を送信し、はんだ滴Sにレーザー光を
照射してはんだ粉が溶融する温度で加熱してはんだ付けをする本加熱
工程、

を実行することを特徴とする自動はんだ付け装置。

[請求項9] 前記レーザー装置が、単一のレーザー装置により構成されることを
特徴とする請求項8に記載の自動はんだ付け装置。

[請求項10] 前記第一高さ合わせ工程において、前記照射径D1を前記はんだ滴
Sの直径の1.1倍～2.0倍の範囲内に設定できることを特徴とする請
求項9に記載の自動はんだ付け装置。

[請求項11] 前記第二高さ合わせ工程において、前記照射径D2を前記はんだ滴
Sの直径の0.1倍～0.9倍の範囲内に設定できることを特徴とす
る請求項10に記載の自動はんだ付け装置。

[請求項12] 前記本加熱工程において、前記予備加熱工程と比べ高出力でレーザ
ー光を照射できることを特徴とする請求項11に記載の自動はんだ付

け装置。

[請求項13] 前記本体が、撮像用孔を備え、
さらに、撮像用孔および前記ミラーを介してワークを撮像する撮像装置と、を備えることを特徴とする請求項8ないし12のいずれかに記載の自動はんだ付け装置。

[請求項14] 前記撮像用孔が垂直孔であり、前記撮像用孔の下側の端部開口である前記下部開口から前記レーザー光を照射すること、
前記照射用孔が水平孔であり、前記撮像用孔と前記照射用孔の交点に前記ミラーが配置されることを特徴とする請求項13に記載の自動はんだ付け装置。