

明 細 書

発明の名称：実装装置、実装方法および実装制御プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、実装装置、実装方法および実装制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来の実装装置の一例であるボンディング装置では、まず、ダイパッドなどの作業対象を真上からカメラで撮像してその位置を確認する。そして、カメラを退避させてからボンディングツールを支持するヘッド部を当該作業対象の真上に移動させ、ボンディング作業を行っていた。このような構成を採用するボンディング装置は、作業時間を要するばかりでなく、作業目標位置に対する移動誤差の蓄積も問題となっていた。そこで、作業対象を斜め方向から撮像できるシャインプルーフ光学系を採用した撮像ユニットの利用が考えられるようになってきた（例えば、特許文献1を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-179560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、シャインプルーフ光学系を採用する撮像ユニットは、光学系の構造上の特性から、周辺環境の温度変化に伴う光学系要素の微小変位が出力画像の平面方向への変位となって現れやすくなることがわかってきた。出力画像の平面方向への変位は、半導体チップを載置すべき目標位置の算出に誤差を生じさせ、したがって、当該半導体チップを本来の目標位置へ精度よく実装することを妨げる結果を招く。特に、基板上に実装した半導体チップの上に更に別の半導体チップを重ねて実装するいわゆるスタックダイ実装や2．5次元実装においては、それぞれの半導体チップを載置する載置面の高さが変化する。このような場合には、その高さごとに誤差量が異なるという課題も

明らかになってきた。

- [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、周辺環境の温度が変化しても、また、半導体チップ等の実装体を複数重ねて実装する場合であっても、シャインプルフ光学系を採用する撮像ユニットを用いてそれぞれの実装体を載置する目標位置を精確に決定し、当該実装体を基板上の当該目標位置に載置して実装することのできる実装装置等を提供するものである。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明の第1の態様における実装装置は、実装体を拾得して保持し、ステージに載置された基板または基板に既に実装された他の実装体に対して設定される載置予定領域へ載置して実装する実装ツールと、ステージのステージ面に平行な平面が焦点面となるように光学系と撮像素子がシャインプルフ条件を満たして配置された、ステージ面に対して実装ツールと同じ側から載置予定領域を俯瞰して撮像するための俯瞰用撮像ユニットと、実装ツールに保持された状態の実装体を、ステージ面に対して俯瞰用撮像ユニットとは反対の側から仰視して撮像するための仰視用撮像ユニットと、俯瞰用撮像ユニットが出力する俯瞰画像に基づいて算出される座標値と仰視用撮像ユニットが出力する仰視画像に基づいて算出される座標値との差分を較正する較正值を演算する較正制御部と、実装ツールに保持された実装体の基準位置が載置予定領域の目標位置に合致するように実装体を載置予定領域に載置させ、実装させる実装制御部とを備え、較正制御部は、載置予定領域の想定される載置高さごとの較正值を、俯瞰用撮像ユニットと仰視用撮像ユニットに載置高さに合わせて配置された較正指標を撮像させて出力させた俯瞰画像と仰視画像に基づいて演算し、実装制御部は、実装体のうち載置予定領域への接触予定面が載置高さとなるように実装ツールの位置を調整して仰視用撮像ユニットに接触予定面を撮像させ出力させた仰視画像に基づいて基準位置を認識し、焦点面が載置高さと同一面となるように俯瞰用撮像ユニットの位置を調整して俯瞰用撮像ユニットに載置予定領域を撮像させた俯瞰画像と載置高さに

対応する較正值に基づいて目標位置を認識する。

[0007] 本発明の第2の態様における実装方法は、実装体を拾得して保持し、ステージに載置された基板または基板に既に実装された他の実装体に対して設定される載置予定領域へ載置して実装する実装ツールと、ステージのステージ面に平行な平面が焦点面となるようにそれぞれの光学系と撮像素子がシャインプルーフ条件を満たして配置された、ステージ面に対して実装ツールと同じ側から載置予定領域を俯瞰して撮像するための俯瞰用撮像ユニットと、実装ツールに保持された状態の実装体を、ステージ面に対して俯瞰用撮像ユニットとは反対の側から仰視して撮像するための仰視用撮像ユニットとを備える実装装置を用いた実装体の実装方法であって、俯瞰用撮像ユニットが出力する俯瞰画像に基づいて算出される座標値と仰視用撮像ユニットが出力する仰視画像に基づいて算出される座標値との差分を較正する較正值を演算する較正制御ステップと、実装ツールに保持された実装体の基準位置が載置予定領域の目標位置に合致するように実装体を載置予定領域に載置させ、実装させる実装制御ステップとを有し、較正制御ステップは、載置予定領域の想定される載置高さごとの較正值を、俯瞰用撮像ユニットと仰視用撮像ユニットに載置高さに合わせて配置された較正指標を撮像させて出力させた俯瞰画像と仰視画像に基づいて演算し、実装制御ステップは、実装体のうち載置予定領域への接触予定面が載置高さとなるように実装ツールの位置を調整して仰視用撮像ユニットに接触予定面を撮像させ出力させた仰視画像に基づいて基準位置を認識し、焦点面が載置高さと同一面となるように俯瞰用撮像ユニットの位置を調整して俯瞰用撮像ユニットに載置予定領域を撮像させた俯瞰画像と載置高さに対応する較正值に基づいて目標位置を認識する。

[0008] 本発明の第3の態様における実装制御プログラムは、実装体を拾得して保持し、ステージに載置された基板または基板に既に実装された他の実装体に対して設定される載置予定領域へ載置して実装する実装ツールと、ステージのステージ面に平行な平面が焦点面となるようにそれぞれの光学系と撮像素子がシャインプルーフ条件を満たして配置された、ステージ面に対して実装

ツールと同じ側から載置予定領域を俯瞰して撮像するための俯瞰用撮像ユニットと、実装ツールに保持された状態の実装体を、ステージ面に対して俯瞰用撮像ユニットとは反対の側から仰視して撮像するための仰視用撮像ユニットとを備える実装装置を制御する実装制御プログラムであって、俯瞰用撮像ユニットが出力する俯瞰画像に基づいて算出される座標値と仰視用撮像ユニットが出力する仰視画像に基づいて算出される座標値との差分を較正する較正值を演算する較正制御ステップと、実装ツールに保持された実装体の基準位置が載置予定領域の目標位置に合致するように実装体を載置予定領域に載置させ、実装させる実装制御ステップとをコンピュータに実行させ、較正制御ステップは、載置予定領域の想定される載置高さごとの較正值を、俯瞰用撮像ユニットと仰視用撮像ユニットに載置高さに合わせて配置された較正指標を撮像させて出力させた俯瞰画像と仰視画像に基づいて演算し、実装制御ステップは、実装体のうち載置予定領域への接触予定面が載置高さとなるように実装ツールの位置を調整して仰視用撮像ユニットに接触予定面を撮像させ出力させた仰視画像に基づいて基準位置を認識し、焦点面が載置高さと同面となるように俯瞰用撮像ユニットの位置を調整して俯瞰用撮像ユニットに載置予定領域を撮像させた俯瞰画像と載置高さに対応する較正值に基づいて目標位置を認識する。

発明の効果

- [0009] 本発明により、周辺環境の温度が変化しても、また、半導体チップ等の実装体を複数重ねて実装する場合であっても、シャインブルーフ光学系を採用する撮像ユニットを用いてそれぞれの実装体を載置する目標位置を精確に決定し、当該実装体を基板上の当該目標位置に載置して実装することのできる実装装置等を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本実施形態に係るボンディング装置を含むフリップチップボンダの全体構成図である。
- [図2]ボンディング装置のシステム構成図である。

[図3]シャインプルーフ光学系を説明するための説明図である。

[図4]3つの撮像ユニットが第1予定面の高さに調整された較正指標を撮像する様子を示す図である。

[図5]3つの撮像ユニットが第2予定面の高さに調整された較正指標を撮像する様子を示す図である。

[図6]ボンディングツールが第1半導体チップを拾得する様子を示す図である。

[図7]第3撮像ユニットが第1半導体チップを撮像する様子を示す図である。

[図8]第3撮像ユニットが出力した仰視画像を模式的に示す図である。

[図9]第1撮像ユニットおよび第2撮像ユニットが載置予定領域であるリードフレームを撮像する様子を示す図である。

[図10]図9の部分斜視図である。

[図11]第1俯瞰画像および第2俯瞰画像から第1半導体チップを載置するダイパッド上の目標座標を算出するまでの手順を示す図である。

[図12]ボンディングツールが第1半導体チップを目標位置へ載置してボンディングする様子を示す図である。

[図13]ボンディングツールが退避する様子を示す図である。

[図14]第3撮像ユニットが第2半導体チップを撮像する様子を示す図である。

[図15]第3撮像ユニットが出力した仰視画像を模式的に示す図である。

[図16]第1撮像ユニットおよび第2撮像ユニットが載置予定領域である第1半導体チップを撮像する様子を示す図である。

[図17]第1俯瞰画像および第2俯瞰画像から第2半導体チップを載置する第1半導体チップ上の目標座標を算出するまでの手順を示す図である。

[図18]ボンディングツールが第2半導体チップを目標位置へ載置してボンディングする様子を示す図である。

[図19]半導体チップのボンディング手順を説明するフロー図である。

[図20]較正制御ステップの手順を説明するサブフロー図である。

[図21]ボンディング制御ステップの手順を説明するサブフロー図である。

[図22]他の実施例において3つの撮像ユニットが第1予定面の高さに調整された較正指標を撮像する様子を示す図である。

[図23]他の実施例における半導体チップのボンディング手順を説明するフロー図である。

[図24]さらに他の実施例における較正ユニットの較正指標の配置について説明する図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、特許請求の範囲に係る発明を以下の実施形態に限定するものではない。また、実施形態で説明する構成の全てが課題を解決するための手段として必須であるとは限らない。なお、各図において、同一又は同様の構成を有する構造物が複数存在する場合には、煩雑となることを回避するため、一部に符号を付し、他に同一符号を付すことを省く場合がある。

[0012] 図1は、本実施形態に係る実装装置としてのボンディング装置100を含むフリップチップボンダの全体構成図である。フリップチップボンダは、主にボンディング装置100とチップ供給装置500から構成される。チップ供給装置500は、実装体としてのダイシングされた半導体チップ310をその上面に載置してボンディング装置100へ供給する装置である。具体的には、チップ供給装置500は、ピックアップ機構510および反転機構520を含む。ピックアップ機構510は、載置された任意の半導体チップ310を反転機構520へ向けて押し上げる装置である。反転機構520は、ピックアップ機構510に押し上げられた半導体チップ310を吸着し反転することにより、その上下方向の向きを入れ替える装置である。本実施形態においては、半導体チップ310として第1半導体チップ310aと第2半導体チップ310bの2種類が用意されている。ボンディング装置100は、反転機構520により反転された状態で吸着されている第1半導体チップ310aまたは第2半導体チップ310bを後述するボンディングツール

120によって拾得し、リードフレーム330に積層して接着する装置である。本実施形においては、第1半導体チップ310aをリードフレーム330に載置して接着し、第2半導体チップ310bを第1半導体チップ310a上に積み重ねて接着する。リードフレーム330は、ステージ190に載置される基板の一例である。

[0013] ボンディング装置100は、主に、ヘッド部110、ボンディングツール120、第1撮像ユニット130、第2撮像ユニット140、第3撮像ユニット150、較正ユニット170、ステージ190を備える。ヘッド部110は、ボンディングツール120、第1撮像ユニット130、第2撮像ユニット140を支持し、ヘッド駆動モータ111によって平面方向および垂直方向へ移動可能である。本実施形態において平面方向は、図示するように、X軸方向とY軸方向で定められる水平方向であり、垂直方向（高さ方向）は、X軸方向およびY軸方向に直交するZ軸方向である。

[0014] ボンディングツール120は、ツール駆動モータ121によって、ヘッド部110に対して高さ方向へ移動可能であり、また、Z軸周りに回転可能である。ボンディングツール120は、実装ツールの一例であり、先端部に半導体チップ310を吸着するコレット122およびコレット122が吸着する半導体チップ310を加熱するヒータ124を有する。ボンディングツールは、コレット122に吸着させた半導体チップ310を所定位置に載置し、コレット122の先端部で加圧しつつヒータ124で加熱して接着する。

[0015] 第1撮像ユニット130と第2撮像ユニット140は、リードフレーム330を俯瞰して撮像する俯瞰用撮像ユニットである。第1撮像ユニット130は、第1光学系131と第1撮像素子132を備え、その光軸をボンディングツール120の下方へ向けてヘッド部110に斜設されている。第1光学系131と第1撮像素子132は、ステージ190のステージ面に平行な平面が焦点面110aとなるようにシャインプルーフ条件を満たして配置されている。

[0016] 第2撮像ユニット140は、第2光学系141と第2撮像素子142を備

え、ボンディングツール120に対して第1撮像ユニット130とは反対側に、その光軸をボンディングツール120の下方へ向けてヘッド部110に斜設されている。第2光学系141と第2撮像素子142は、ステージ190のステージ面に平行な平面が焦点面110aとなるようにシャインプルーフ条件を満たして配置されている。なお、以下の説明においては、第1撮像ユニット130および第2撮像ユニット140を纏めて「俯瞰用撮像ユニット」と称する場合がある。

[0017] 第3撮像ユニット150は、ボンディングツール120のコレット122に保持された状態の前記半導体チップ310を、仰視して撮像するための仰視用撮像ユニットである。図示するように、第3撮像ユニット150は、ステージ190のステージ面を分割面とすると、俯瞰用撮像ユニットが配置される空間とは反対の側の空間に配置されている。第3撮像ユニット150は、第3光学系151と第3撮像素子152を備え、その光軸を上方へ向けて設置されている。第3撮像ユニット150は、第3光学系151と第3撮像素子152が光軸と直交するように配置された一般的な撮像ユニットであり、その焦点面150aは第3撮像素子152の受光面と平行である。なお、以下の説明においては、第3撮像ユニット150を「仰視用撮像ユニット」と称する場合がある。

[0018] 較正ユニット170は、主に、指標駆動モータ171、指標プレート172、較正指標173、支持台174、ロッド175を備える。較正指標173は、例えば十字マークの交点といった基準位置が定められたリファレンスマークである。指標プレート172は、例えばガラスや透明樹脂の薄板であり、その一面に較正指標173が印刷されている。すなわち、較正指標173は、指標プレート172のいずれの面側からも観察できる。本実施形態においては、較正指標173は、指標プレート172のうち第3撮像ユニット150と対向する表面とは反対側の表面に印刷されている。なお、互いの基準位置がXY方向にずれなく2つの較正指標173が指標プレート172の両面にそれぞれ印刷されていれば、指標プレート172は透明でなくても構

わない。その場合、第3撮像ユニット150と対向する較正指標173が第3撮像ユニット150の被写界深度度の範囲に収まるように、指標プレート172の厚さが設定される。また、較正指標173は、印刷に限らず、シールの貼着や、指標プレート172表面のケガキ等により設けられてもよい。

[0019] 指標駆動モータ171は、指標プレート172をZ軸周りに旋回させることにより、較正指標173を第3撮像ユニット150の視野中心付近へ移動させたり、当該視野から退避させたりする。また、指標駆動モータ171は、ロッド175を高さ方向へ進退させる。ロッド175の一端には指標プレート172の端部が旋回可能に締結されており、他端には支持台174が締結されている。支持台174には、第3撮像ユニット150が固定されている。すなわち、指標プレート172が旋回されて較正指標173が第3撮像ユニット150の視野へ投入されると、常に較正指標173が第3撮像ユニット150の焦点面150aとなるように、両者の間隔がロッド175によって調整されている。なお、第3光学系151は、焦点面150aを挟む一定の奥行き範囲を被写界深度とするので、両者の間隔はその被写界深度の範囲であればずれが許容される。

[0020] 指標駆動モータ171は、ロッド175を高さ方向へ進退させることにより、第3撮像ユニット150の焦点面150aを較正指標173の印刷面に保ったまま、較正指標173の高さを調整することができる。具体的には、第1半導体チップ310aを載置する載置予定面である第1予定面330a（リードフレーム330の上面）や、第2半導体チップ310bを載置する載置予定面である第2予定面330b（リードフレーム330に接着された第1半導体チップ310aの上面）に較正指標173の高さを揃えることができる。換言すれば、指標駆動モータ171は、ロッド175を高さ方向へ進退させることにより、第3撮像ユニット150の焦点面150aを第1予定面330aや第2予定面330bに一致させることができる。この場合、較正指標173は第3撮像ユニット150の視野から退避されていてもよい。

- [0021] 図2は、ボンディング装置100のシステム構成図である。ボンディング装置100の制御システムは、主に、演算処理部210、記憶部220、入出力デバイス230、第1撮像ユニット130、第2撮像ユニット140、第3撮像ユニット150、ヘッド駆動モータ111、ツール駆動モータ121、指標駆動モータ171によって構成される。
- [0022] 演算処理部210は、ボンディング装置100の制御とプログラムの実行処理を行うプロセッサ（CPU: Central Processing Unit）である。プロセッサは、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）やGPU（Graphics Processing Unit）等の演算処理チップと連携する構成であってもよい。演算処理部210は、記憶部220に記憶されたボンディング制御プログラムを読み出して、ボンディング制御に関する様々な処理を実行する。
- [0023] 記憶部220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220は、ボンディング制御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記憶し得る。記憶部220は、特に、校正データ221を記憶している。校正データ221は、具体的には後述するが、同一の観察対象に対して俯瞰画像に基づいて算出される座標値と仰視画像に基づいて算出される座標値の差分を校正する校正値に関するデータである。
- [0024] 入出力デバイス230は、例えばキーボード、マウス、表示モニタを含み、ユーザによるメニュー操作を受け付けたり、ユーザへ情報を提示したりするデバイスである。例えば、演算処理部210は、取得した俯瞰画像や仰視画像を入出力デバイス230の一つである表示モニタへ表示してもよい。
- [0025] 第1撮像ユニット130は、演算処理部210から撮像要求信号を受けて撮像を実行し、第1撮像素子132が出力した第1俯瞰画像を画像信号として演算処理部210へ送信する。第2撮像ユニット140は、演算処理部210から撮像要求信号を受けて撮像を実行し、第2撮像素子142が出力した第2俯瞰画像を画像信号として演算処理部210へ送信する。第3撮像ユニット150は、演算処理部210から撮像要求信号を受けて撮像を実行し

、第3撮像素子152が出力した仰視画像を画像信号として演算処理部210へ送信する。

[0026] ヘッド駆動モータ111は、演算処理部210から駆動信号を受けてヘッド部110を水平面方向および高さ方向へ移動させる。ツール駆動モータ121は、演算処理部210から駆動信号を受けてボンディングツール120を高さ方向へ移動させ、Z軸周りに回転させる。指標駆動モータ171は、演算処理部210から駆動信号を受けて指標プレート172を旋回させ、ロッド175を高さ方向へ進退させる。

[0027] 演算処理部210は、ボンディング制御プログラムが指示する処理に応じて様々な演算を実行する機能演算部としての役割も担う。演算処理部210は、画像取得部211、駆動制御部212、較正制御部213、ボンディング制御部214として機能し得る。画像取得部211は、第1撮像ユニット130、第2撮像ユニット140、第3撮像ユニット150へ撮像要求信号を送信し、第1俯瞰画像、第2俯瞰画像、仰視画像の画像信号を取得する。駆動制御部212は、ヘッド駆動モータ111、ツール駆動モータ121、指標駆動モータ171へ制御量に応じた駆動信号を送信することにより、ヘッド部110、ボンディングツール120、指標プレート172、第3撮像ユニット150を目標位置へ移動させる。また、ピックアップ機構510や反転機構520への駆動信号を送信することにより、ターゲットとなる半導体チップ310を押し上げたり、吸着させて反転させたりする。

[0028] 較正制御部213は、画像取得部211や駆動制御部212等を制御することにより、載置予定領域の想定される載置高さごとの較正值を、俯瞰用撮像ユニットと仰視用撮像ユニットに載置高さに合わせて配置された較正指標173を撮像させて出力させた俯瞰画像と仰視画像に基づいて演算する。具体的には、較正制御部213は、較正指標173が半導体チップ310の載置予定領域と同一面となるように指標プレート172の位置を調整し、俯瞰用撮像ユニットの焦点面110aも当該載置予定領域と同一面となるようにヘッド部110の位置を調整する。また、上述のように指標プレート172

の位置を調整すると仰視用撮像ユニットの焦点面150aも当該載置予定領域と同一面となるので、その調整後に仰視用撮像ユニットに校正指標173を撮像させる。

[0029] ボンディング制御部214は、実装制御部の一例であり、画像取得部211や駆動制御部212等を制御することにより、ボンディングツール120に保持された半導体チップ310を仰視用撮像ユニットに撮像させ出力させた仰視画像に基づいて半導体チップ310の基準位置を認識する。このとき、ボンディング制御部214は、当該半導体チップ310のうち載置予定領域への接触予定面が当該載置予定領域の載置高さと同しくなるようにボンディングツール120の位置を調整し、また、仰視用撮像ユニットの焦点面150aも当該載置予定領域の載置高さと同しくなるように調整する。そして、当該半導体チップ310を載置しようとする載置予定領域を俯瞰用撮像ユニットに撮像させて出力させた俯瞰画像と上述の較正值に基づいて決定した目標位置に当該基準位置が合致するように、ボンディングツール120に当該半導体チップ310を載置予定領域に載置させてボンディングさせる。このとき、ボンディング制御部214は、俯瞰用撮像ユニットの焦点面110aが載置予定領域の載置高さと同しくなるようにヘッド部110の位置を調整する。校正制御部213とボンディング制御部214の具体的な制御や処理については後に詳述する。

[0030] 図3は、第1撮像ユニット130に採用されているシャインプルーフ光学系を説明するための説明図である。第2撮像ユニット140にも同様のシャインプルーフ光学系が採用されているが、ここでは代表して第1撮像ユニット130のシャインプルーフ光学系について説明する。

[0031] 図3において、平面 S_1 は、ステージ190のステージ面に対して平行である焦点面110aである。仮想面 S_2 は、物側レンズ群131aと像側レンズ群131bを構成群とする第1光学系131の主平面を含む平面である。平面 S_3 は、第1撮像素子132の受光面を含む平面である。本実施形態においてシャインプルーフ光学系は、シャインプルーフ条件を満たして配置されて

いる第1光学系131と第1撮像素子132を含む。シャインプルフ条件を満たす配置とは、平面 S_1 、仮想面 S_2 、仮想面 S_3 が共通の直線P上で互いに交差する配置である。

[0032] 絞り133は、物側レンズ群131aと像側レンズ群131bの間に配置され、通過する光束を制限する。絞り133の径により、被写界深度 D_p を調整することができる。したがって、第1予定面330aや第2予定面330bがこの被写界深度内に位置すれば、第1撮像ユニット130は、後述するパッド基準マークや積層基準マークを合焦状態で撮像することができる。この意味において、焦点面110aを第1予定面330a、第2予定面330bに一致させる位置制御は、被写界深度 D_p の範囲であればずれが許容される。

[0033] 第2撮像ユニット140は、第1撮像ユニット130と同様の構成を備え、ボンディングツール120の中心軸を含むYZ平面に対して対称にヘッド部110に配設されている。したがって、第2撮像ユニット140も第1撮像ユニット130と同様に、パッド基準マークや積層基準マークを合焦状態で撮像することができる。第1撮像ユニット130の焦点面と第2撮像ユニット140の焦点面は、焦点面110aで一致することが好ましいが、ずれが生じたとしても、互いの被写界深度の一部が重なっている限り、パッド基準マークや積層基準マークを共に合焦状態で撮像することができる。

[0034] さて、このようなシャインプルフ光学系を採用した撮像ユニットを採用すると、ボンディングツール120の直下を斜め方向から観察できる。したがって、ボンディングツール120に半導体チップ310を保持させ、その載置予定領域の直上にボンディングツール120を移動させた状態でも、当該載置予定領域を俯瞰用撮像ユニットで観察することができる。すなわち、載置予定領域の直上にボンディングツール120を移動させてから、俯瞰用撮像ユニットが出力する俯瞰画像に基づいて半導体チップ310を載置する目標位置を決定することができる。すると、その状態から半導体チップ310を目標位置まで移動させればよいので、ヘッド部110やボンディングツ

ール 1 2 0 の移動を大幅に抑制することができ、移動に伴う位置ずれの低減やリードタイムの短縮を実現できるようになった。

[0035] しかし、シャインプルーフ光学系を採用する撮像ユニットは、光学系や撮像素子の配置上の特性から、光学系や撮像素子が周辺環境の温度変化に伴ってわずかに変位するだけで、出力画像が平面方向へ変位してしまうことがわかってきた。すなわち、周辺環境の温度により、像がシフトしてしまうことがわかってきた。このような現象は、俯瞰画像に基づいて半導体チップ 3 1 0 を載置する目標位置を決定する場合に、その目標位置に誤差を生じさせ、当該半導体チップを本来の目標位置へ精度よくボンディングすることを妨げる結果を招いてしまう。特に、半導体チップ 3 1 0 を加熱するヒータ 1 2 4 がボンディングツール 1 2 0 に備え付けられているような場合には、シャインプルーフ光学系周りの温度変化が大きくなる。また、基板上にボンディングした半導体チップの上に更に別の半導体チップを重ねてボンディングするいわゆるスタックドダイ実装や 2. 5 次元実装においては、それぞれの半導体チップを載置する載置面の高さが変化する。このような場合には、その高さごとに生じる誤差量が異なるという課題も明らかになってきた。

[0036] そこで、本実施形態においては、周辺環境の温度変化が想定される所定のタイミングで較正処理を実行し、同一の観察対象に対して俯瞰画像に基づいて算出される座標値と仰視画像に基づいて算出される座標値の差分を較正する較正值を、載置が予定される高さごとに算出する。そして、半導体チップ 3 1 0 を載置予定領域の目標位置にボンディングするボンディング処理においては、較正処理によって算出した較正值のいずれかを用いて精確な目標位置を決定する。以下に、較正処理とボンディング処理を順に説明する。

[0037] 較正処理は、較正制御部 2 1 3 が実行を担う。較正制御部 2 1 3 は、まず、第 1 撮像ユニット 1 3 0、第 2 撮像ユニット 1 4 0 および第 3 撮像ユニット 1 5 0 に較正指標 1 7 3 を撮像させる。図 4 は、3 つの撮像ユニットが第 1 予定面 3 3 0 a の高さに調整された較正指標 1 7 3 を撮像する様子を示す図である。

- [0038] 図示するように、校正制御部213は、校正処理を開始するにあたり、駆動制御部212を介して指標駆動モータ171を駆動することにより、指標プレート172を第3撮像ユニット150の視野内へ移動させる。指標プレート172が第3撮像ユニット150の視野内へ移動されると、指標プレート172に設けられた校正指標173は、支持台174に固定された第3撮像ユニット150の視野に対してほぼ中心に位置する。さらに校正制御部213は、指標駆動モータ171を駆動することにより、校正指標173の印刷面が第1半導体チップ310aを載置する載置面である第1予定面330aと同一面となるようにロッド175を上下させて調整する。このとき、第3撮像ユニット150の焦点面150aも、第1予定面330aと同一面となる。
- [0039] 校正制御部213は、続いて、駆動制御部212を介してヘッド駆動モータ111を駆動することにより、俯瞰用撮像ユニットの焦点面110aが第1予定面330aと一致するように、かつボンディングツール120の直下に校正指標173が位置するようにヘッド部110を移動させる。なお、ボンディングツール120は、俯瞰用撮像ユニットの視野に入り込まない位置へ退避されている。
- [0040] このようにそれぞれが配置された状態で、校正制御部213は、画像取得部211を介して、第1撮像ユニット130から第1俯瞰画像を、第2撮像ユニット140から第2俯瞰画像を、第3撮像ユニット150から仰視画像を取得する。そして、第1俯瞰画像と第2俯瞰画像にそれぞれ写り込む校正指標173の像の画像座標から、校正指標173の三次元座標(X_{hra} , Y_{hra} , Z_{hra})を算出する。また、仰視画像に写り込む校正指標173の像の画像座標から、校正指標173の三次元座標(X_{sra} , Y_{sra} , Z_{sra})を算出する。もし、俯瞰用撮像ユニットが周辺環境の温度変化の影響を受けておらず、ボンディング装置100の初期状態において撮像ユニット間の座標が正しく調整された状態を保っているのであれば、少なくとも $X_{hra} = X_{sra}$ 、 $Y_{hra} = Y_{sra}$ となるはずである。

- [0041] しかし、上述のように、ボンディング装置 100 の使用を開始してしばらく経過すると、俯瞰画像から算出される三次元座標が周辺環境の温度変化の影響を受けて誤差を含むようになる。そこで、その誤差である (ΔX_a , ΔY_a) を第 1 予定面 330a に対する第 1 較正值とする。具体的には、誤差は差分として表され、 $\Delta X_a = X_{sra} - X_{hra}$ 、 $\Delta Y_a = Y_{sra} - Y_{hra}$ とすることができる。このように第 1 予定面 330a に対する第 1 較正值を算出しておけば、その後に俯瞰用撮像ユニットが第 1 予定面 330a 上のある観察対象を撮像してその俯瞰画像から算出した三次元座標が (X_{hta} , Y_{hta} , Z_{hta}) であったとすると、第 1 較正值を加味して ($X_{hta} + \Delta X_a$, $Y_{hta} + \Delta Y_a$, Z_{hta}) と補正することができる。この補正された座標値は、仮に同じ観察対象を仰視用撮像ユニットで撮像できたとして、その場合に得られた仰視画像から算出される座標値に対して誤差がないと言える。較正制御部 213 は、このように算出した第 1 較正值を、較正データ 221 として記憶部 220 に記憶する。
- [0042] 較正制御部 213 は、続いて第 2 半導体チップ 310b を載置する載置面である第 2 予定面 330b に対する第 2 較正值を演算する。本実施形態において第 2 予定面 330b は、リードフレーム 330 に接着された第 1 半導体チップ 310a の上面である。図 5 は、3 つの撮像ユニットが第 2 予定面 330b の高さに調整された較正指標を撮像する様子を示す図である。
- [0043] 較正制御部 213 は、指標駆動モータ 171 を駆動することにより、較正指標 173 の印刷面が第 2 半導体チップ 310b を載置する載置面である第 2 予定面 330b と同一面となるようにロッド 175 を上昇させて調整する。このとき、第 3 撮像ユニット 150 の焦点面 150a も、第 2 予定面 330b と同一面となる。較正制御部 213 は、続いて、駆動制御部 212 を介してヘッド駆動モータ 111 を駆動することにより、俯瞰用撮像ユニットの焦点面 110a が第 2 予定面 330b と一致するようにヘッド部 110 を上昇させる。
- [0044] このようにそれぞれが配置された状態で、較正制御部 213 は、画像取得

部211を介して、第1撮像ユニット130から第1俯瞰画像を、第2撮像ユニット140から第2俯瞰画像を、第3撮像ユニット150から仰視画像を取得する。そして、第1俯瞰画像と第2俯瞰画像にそれぞれ写り込む較正指標173の像の画像座標から、較正指標173の三次元座標(X_{hrb} , Y_{hrb} , Z_{hrb})を算出する。また、仰視画像に写り込む較正指標173の像の画像座標から、較正指標173の三次元座標(X_{srb} , Y_{srb} , Z_{srb})を算出する。

[0045] 第1較正值と同様に、第2予定面330bに対する較正值を第2較正值(ΔX_b , ΔY_b)とすると、 $\Delta X_b = X_{srb} - X_{hrb}$ 、 $\Delta Y_b = Y_{srb} - Y_{hrb}$ とすることができる。このように第2予定面330bに対する第2較正值を算出しておけば、その後に俯瞰用撮像ユニットが第2予定面330b上のある観察対象を撮像してその俯瞰画像から算出した三次元座標が(X_{htb} , Y_{htb} , Z_{htb})であったとすると、第2較正值を加味して($X_{htb} + \Delta X_b$, $Y_{htb} + \Delta Y_b$, Z_{htb})と補正することができる。この補正された座標値は、仮に同じ観察対象を仰視用撮像ユニットで撮像できたとして、その場合に得られた仰視画像から算出される座標値に対して誤差がないと言える。較正制御部213は、このように算出した第2較正值を、較正データ221として記憶部220に記憶する。

[0046] 較正データ221は、さらに周辺環境の温度が変化している可能性があり再度の較正処理が必要であると評価されるまで、後述するボンディング処理において参照される。換言すれば、再度の較正処理が必要であると評価されると、較正制御部213は、上述の処理を繰り返して較正值を更新する。

[0047] 再度の較正処理が必要であると評価される例としては、ボンディング制御部214が予め設定されたロット分の半導体チップ310のボンディングを完了するタイミングが考えられる。具体的には、チップ供給装置500に新たなロットの半導体チップ310が供給されるタイミングに合わせて、較正制御部213が較正処理を実行するようにしてもよい。例えば、第1半導体チップ310aの新たなロットが供給されるタイミングで第1較正值を更新

し、第2半導体チップ310bの新たなロットが供給されるタイミングで第2較正值を更新してもよい。

[0048] また、ボンディング制御部214が実行するボンディング作業の作業時間を目安としてもよい。例えば、60分間継続してボンディング作業を実行した場合に較正処理を実行すると定めることができる。さらには、ヘッド部110に俯瞰用撮像ユニットの温度を検出する温度検出部を設けておき、当該温度検出部が予め設定された温度を検出したタイミングであってもよい。具体的には、複数の温度を予め設定しておき、周辺温度がいずれかの設定温度を跨いで変動したことが検出された場合に較正処理を実行する。このように較正值を更新すれば、ボンディング処理を継続する期間に亘って、俯瞰画像から算出される座標値の誤差を一定範囲に抑制することが可能となる。

[0049] ボンディング処理は、ボンディング制御部214が実行を担う。ボンディング制御部214は、まず、対象となる半導体チップ310を拾得する。図6は、ボンディングツール120が第1半導体チップ310aを拾得する様子を示す図である。

[0050] ボンディング制御部214は、駆動制御部212を介してヘッド駆動モータ111を駆動することによりヘッド部110をチップ供給装置500の上部へ移動させ、ツール駆動モータ121を駆動することによりボンディングツール120を降下させる。これに並行して、ピックアップ機構510は、チップ供給装置500に載置された半導体チップ310のうち、ボンディング対象となる第1半導体チップ310aの一つを反転機構520へ向けて押し上げ、反転機構520は、当該第1半導体チップ310aを吸着して反転させる。そして、降下されたボンディングツール120は、当該第1半導体チップ310aをコレット122によって吸着して拾得し、ボンディングツール120を上昇させる。

[0051] ボンディング制御部214は、指標プレート172が第3撮像ユニット150の視野内に位置する場合には、ボンディングツール120が第1半導体チップ310aを拾得する作業に前後して、指標プレート172を第3撮像

ユニット１５０の視野から退避させる。具体的には、ボンディング制御部２１４は、駆動制御部２１２を介して指標駆動モータ１７１を駆動することにより指標プレート１７２を移動する。また、第３撮像ユニット１５０の焦点面１５０ａが第１予定面３３０ａと一致していない場合には、駆動制御部２１２を介して指標駆動モータ１７１を駆動することによりロード１７５を上下させて焦点面１５０ａを第１予定面３３０ａへ一致させる。

[0052] ボンディング制御部２１４は、次に、ボンディングツール１２０が吸着した第１半導体チップ３１０ａを第３撮像ユニット１５０に撮像させる。図７は、第３撮像ユニット１５０がボンディングツール１２０に吸着された第１半導体チップ３１０ａを撮像する様子を示す図である。

[0053] ボンディング制御部２１４は、駆動制御部２１２を介してヘッド駆動モータ１１１を駆動することにより、俯瞰用撮像ユニットの焦点面１１０ａが第１予定面３３０ａと一致するように、かつボンディングツール１２０の直下に第３撮像ユニット１５０が位置するようにヘッド部１１０を移動させる。そして、ツール駆動モータ１２１を駆動することにより、保持している第１半導体チップ３１０ａのうちリードフレーム３３０への接触予定面が第１予定面３３０ａと一致するように、ボンディングツール１２０を降下させる。このような配置の調整が完了したら、ボンディング制御部２１４は、画像取得部２１１を介してボンディングツール１２０に保持された第１半導体チップ３１０ａを第３撮像ユニット１５０に撮像させる。

[0054] 図８は、第３撮像ユニット１５０がボンディングツール１２０に保持された第１半導体チップ３１０ａを撮像して出力した仰視画像を模式的に示す図である。なお、図中の各被写体像には、そのまま対応する被写体の符番を付して説明する。

[0055] 上述のように、ボンディングツール１２０は、チップ供給装置５００で準備された半導体チップ３１０（第１半導体チップ３１０ａ、第２半導体チップ３１０ｂ）をコレット１２２で吸着することにより拾得され、保持される。このとき、ボンディングツール１２０は、半導体チップ３１０の中心を予

め設定された向きで吸着しようとするが、実際にはこれらに対してずれを含んで吸着することもある。そこで、ボンディング制御部214は、半導体チップ310が実際にどのような位置にどのような向きで保持されているかを確認し、当該半導体チップ310をリードフレーム330へ載置するための基準位置を認識する。

[0056] 図8に示す仰視画像は、第3撮像ユニット150が第1半導体チップ310aを見上げるように撮像した画像であるので、第1半導体チップ310aを保持するコレット122も写り込んでいる。そこで、ボンディング制御部214は、コレット122の輪郭である円を検出することにより、コレット中心123の画像座標を算出する。

[0057] また、本実施形態における第1半導体チップ310aはリードフレーム330への接触予定面にチップ基準マーク311aが設けられており、ボンディング制御部214は、仰視画像に写り込んでいるチップ基準マーク311aの画像座標を算出する。このように算出したコレット中心123の画像座標とチップ基準マーク311aの画像座標から、ボンディング制御部214は、第1半導体チップ310aがコレット122に対して実際にどのような位置にどのような向きで保持されているかを認識できる。例えば、チップ基準マーク311aが設けられている位置が第1半導体チップ310aをリードフレーム330の載置予定領域へ載置するための基準位置だとすれば、ボンディング制御部214は、仰視画像を撮像した時点における第1半導体チップ310aの基準位置の三次元座標を算出できる。したがって、その後にボンディングツール120やヘッド部110が移動されても、コレット122が当該第1半導体チップ310aを保持し続ける限り、基準位置の三次元座標を追跡することができる。

[0058] ボンディング制御部214は、基準位置の三次元座標を認識したら、ツール駆動モータ121を駆動することにより、保持している第1半導体チップ310aが俯瞰用撮像ユニットの視野から退避する位置までボンディングツール120を上昇させる。そして、ヘッド駆動モータ111を駆動すること

により、ボンディングツール１２０が、これから第１半導体チップ３１０aを載置する載置予定領域であるダイパッドの直上となるように、かつ俯瞰用撮像ユニットの焦点面１１０aが第１予定面３３０aと一致するようにヘッド部１１０を移動させる。なお、ボンディングツール１２０の上昇とヘッド部１１０の移動は、並列して行っても構わない。

[0059] 図９は、ヘッド部１１０とボンディングツール１２０がそのように配置された状態で、第１撮像ユニット１３０と第２撮像ユニット１４０がリードフレーム３３０上の載置予定領域を撮像する様子を示す図である。また、図１０は、図９の部分斜視図である。本実施形態におけるリードフレーム３３０は、将来的に切り出されて一つのパッケージに収められる単位領域３２２のそれぞれに、一つのダイパッド３２０を有する。図示するダイパッド３２０は、第１半導体チップ３１０aが載置される載置予定領域である。また、それぞれの単位領域３２２には、その基準位置を示すパッド基準マーク３２１が設けられている。

[0060] 図９および図１０のように配置された状態において、第１撮像ユニット１３０および第２撮像ユニット１４０はそれぞれ、同一の単位領域３２２に含まれるダイパッド３２０とパッド基準マーク３２１を視野内に捉えて合焦状態で撮像することができる。ボンディング制御部２１４は、第１撮像ユニット１３０が出力する第１俯瞰画像と第２撮像ユニット１４０が出力する第２俯瞰画像とを用いて、第１半導体チップ３１０aをダイパッド３２０に載置するときにその基準位置を合致させるべき目標位置の座標を算出する。

[0061] 図１１は、第１俯瞰画像および第２俯瞰画像から第１半導体チップ３１０aを載置する目標座標を算出するまでの手順を示す図である。第１撮像ユニット１３０は、ダイパッド３２０に対してパッド基準マーク３２１側からこれらを撮像するので、その出力画像である第１俯瞰画像には、単位領域３２２がパッド基準マーク３２１側に広がった台形状に写り込む。逆に第２撮像ユニット１４０は、ダイパッド３２０に対してパッド基準マーク３２１の反対側からこれらを撮像するので、その出力画像である第２俯瞰画像には、単

位領域322がパッド基準マーク321側に狭まった台形状に写り込む。

- [0062] ボンディング制御部214は、第1俯瞰画像からパッド基準マーク321の画像座標(x_{1k} , y_{1k})を決定し、また、第2俯瞰画像からパッド基準マーク321の画像座標(x_{2k} , y_{2k})を決定する。そして、例えば画像座標を三次元座標に変換する変換テーブルを参照することにより、これらの画像座標からパッド基準マーク321の三次元座標である指標座標(X_k , Y_k , Z_k)を算出する。この指標座標の座標値は、精確な目標位置を算出するための仮目標位置であり、上述のように周辺環境の温度変化の影響を受けて誤差を含むものである。そこで、較正データ221から第1較正值(ΔX_a , ΔY_a)を読み出して補正する。このようにして得られた補正後の指標座標($X_k + \Delta X_a$, $Y_k + \Delta Y_a$, Z_k)の座標値は、仰視画像から算出される空間座標に対して誤差がないものと期待し得る。
- [0063] 予め設定されたダイパッド320の目標位置とパッド基準マーク321の相対位置は既知であるので、ボンディング制御部214は、補正された指標座標($X_k + \Delta X_a$, $Y_k + \Delta Y_a$, Z_k)から目標位置の座標(X_{Ta} , Y_{Ta} , Z_{Ta})を精確に算出することができる。
- [0064] 目標位置の座標が確定したら、第1半導体チップ310aを当該目標位置へ載置してボンディングする。図12は、ボンディングツール120が第1半導体チップ310aを目標位置へ載置してボンディングする様子を示す図である。
- [0065] ボンディング制御部214は、上述のように、ボンディングツール120やヘッド部110の移動に対して第1半導体チップ310aの基準位置の三次元座標を追跡して把握しており、この基準位置がダイパッド320の目標位置に合致するように、第1半導体チップ310aを移動させる。具体的には、駆動制御部212を介してヘッド駆動モータ111を駆動することによりヘッド部110のXY方向の位置を微調整し、ツール駆動モータ121を駆動することによりボンディングツール120のZ軸周りの回転量を微調整する。そして、基準位置のX座標およびY座標と目標位置のX座標およびY座標

がそれぞれ一致した状態でボンディングツール120を下降させ、第1半導体チップ310aをダイパッド320上に載置する。その後、第1半導体チップ310aをコレット122の先端部で加圧しつつ、ヒータ124で加熱して、ダイパッド320に接着する。

[0066] 本実施形態においては、図4を用いて説明したように、第1予定面330aに俯瞰用撮像ユニットの焦点面110aと較正指標173の印刷面を揃えて第1較正値を算出している。すなわち、第1較正値を算出したときのヘッド部110のZ方向の位置は、俯瞰用撮像ユニットがチップ基準マーク311aを撮像するときのヘッド部110のZ方向の位置と同じである。また、図7および図8を用いて説明したように、第1予定面330aにコレット122に保持された第1半導体チップ310aの接触予定面を揃えてチップ基準マーク311aの三次元座標を算出している。すなわち、チップ基準マーク311aの三次元座標を算出したときのボンディングツール120のZ方向の位置は、第1半導体チップ310aをダイパッド320に載置するときのボンディングツール120のZ方向の位置と同じである。

[0067] したがって、ヘッド部110やボンディングツール120をZ方向に移動した場合に生じ得る、実際の三次元座標と認識した三次元座標のXY方向に対する誤差を考慮する必要がない。例えば、図9の状態ではボンディングツール120は第1半導体チップ310aを保持して俯瞰用撮像ユニットの視野から退避しているが、この状態における実際の基準位置のX座標およびY座標は、ボンディングツール120を上下させる移動機構の要素間のあそび等の影響により、ボンディング制御部214が認識しているX座標およびY座標とは一致しない場合もある。しかし、図12のように第1半導体チップ310aを第1予定面330aに載置するときのボンディングツール120高さは、チップ基準マーク311aの三次元座標を算出したときのボンディングツール120高さと同じとなり、移動機構による誤差要因が除去される。つまり、第1半導体チップ310aを第1予定面330aに載置するときの実際の基準位置のX座標およびY座標は、ボンディング制御部214が認

識しているX座標およびY座標と一致することになる。このような観点において、第1較正值を算出する場合に、第1予定面330aに対して焦点面110aと較正指標173の印刷面を一致させることや、チップ基準マーク311aの三次元座標を算出する場合に、第1予定面330aに対して第1半導体チップ310aの接触予定面を一致させることが有効である。

[0068] 図13は、ボンディングツール120が退避する様子を示す図である。図示するように半第1半導体チップ310aのボンディングが完了したら、ボンディング制御部214は、駆動制御部212を介してツール駆動モータ121を駆動することにより、ボンディングツール120を上昇させる。

[0069] ボンディング制御部214は、続いて、第2半導体チップ310bをボンディングが完了した第1半導体チップ310aに積層してボンディングする処理を開始する。ボンディング制御部214は、図6を示して説明した第1半導体チップ310aの拾得と同様に、チップ供給装置500に載置された半導体チップ310のうち、ボンディング対象となる第2半導体チップ310bの一つをピックアップ機構510と反転機構520により反転させ、これをコレット122によって吸着して拾得する。

[0070] 図14は、第3撮像ユニット150がボンディングツール120に吸着された第2半導体チップ310bを撮像する様子を示す図である。ボンディング制御部214は、図示するように、第3撮像ユニット150の焦点面150aが第2半導体チップ310bを載置する載置予定面である第2予定面330bと一致するように、ロッド175を上昇させて焦点面150aを第2予定面330bへ一致させる。

[0071] 続いて、駆動制御部212を介してヘッド駆動モータ111を駆動することにより、俯瞰用撮像ユニットの焦点面110aが第2予定面330bと一致するように、かつボンディングツール120の直下に第3撮像ユニット150が位置するようにヘッド部110を移動させる。そして、ツール駆動モータ121を駆動することにより、保持している第2半導体チップ310bのうち積層対象である第1半導体チップ310aへの接触予定面が第2予定

面 3 3 0 b と一致するように、ボンディングツール 1 2 0 を降下させる。このような配置の調整が完了したら、ボンディング制御部 2 1 4 は、画像取得部 2 1 1 を介してボンディングツール 1 2 0 に保持された第 2 半導体チップ 3 1 0 b を第 3 撮像ユニット 1 5 0 に撮像させる。

[0072] 図 1 5 は、第 3 撮像ユニット 1 5 0 がボンディングツール 1 2 0 に保持された第 2 半導体チップ 3 1 0 b を撮像して出力した仰視画像を模式的に示す図である。ボンディング制御部 2 1 4 は、第 1 半導体チップ 3 1 0 a の場合と同様に、第 2 半導体チップ 3 1 0 b についてもコレット 1 2 2 に対する吸着位置と向きを確認し、当該第 2 半導体チップ 3 1 0 b を第 1 半導体チップ 3 1 0 a へ載置するための基準位置を認識する。

[0073] ボンディング制御部 2 1 4 は、コレット 1 2 2 の輪郭である円を検出することにより、コレット中心 1 2 3 の画像座標を算出する。また、本実施形態における第 2 半導体チップ 3 1 0 b は第 1 半導体チップ 3 1 0 a への接触予定面にチップ基準マーク 3 1 1 b が設けられており、ボンディング制御部 2 1 4 は、仰視画像に写り込んでいるチップ基準マーク 3 1 1 b の画像座標を算出する。このように算出したコレット中心 1 2 3 の画像座標とチップ基準マーク 3 1 1 b の画像座標から、ボンディング制御部 2 1 4 は、第 2 半導体チップ 3 1 0 b がコレット 1 2 2 に対して実際にどのような位置にどのような向きで保持されているかを認識できる。したがって、その後にボンディングツール 1 2 0 やヘッド部 1 1 0 が移動されても、コレット 1 2 2 が当該第 2 半導体チップ 3 1 0 b を保持し続ける限り、基準位置の三次元座標を追跡することができる。

[0074] ボンディング制御部 2 1 4 は、基準位置の三次元座標を認識したら、ツール駆動モータ 1 2 1 を駆動することにより、保持している第 2 半導体チップ 3 1 0 b が俯瞰用撮像ユニットの視野から退避する位置までボンディングツール 1 2 0 を上昇させる。そして、ヘッド駆動モータ 1 1 1 を駆動することにより、ボンディングツール 1 2 0 が、これから第 2 半導体チップ 3 1 0 b を載置する対象である第 1 半導体チップ 3 1 0 a の直上となるように、かつ

俯瞰用撮像ユニットの焦点面 110a が第2 予定面 330b と一致するようにヘッド部 110 を移動させる。なお、ボンディングツール 120 の上昇とヘッド部 110 の移動は、並列して行っても構わない。

[0075] 図 16 は、ヘッド部 110 とボンディングツール 120 がそのように配置された状態で、第1 撮像ユニット 130 と第2 撮像ユニット 140 が第1 半導体チップ 310a 上の載置予定領域を撮像する様子を示す図である。このような状態において、第1 撮像ユニット 130 および第2 撮像ユニット 140 はそれぞれ、対象となる第1 半導体チップ 310a 上の載置予定領域を視野内に捉えて合焦状態で撮像することができる。ボンディング制御部 214 は、第1 撮像ユニット 130 が出力する第1 俯瞰画像と第2 撮像ユニット 140 が出力する第2 俯瞰画像とを用いて、第2 半導体チップ 310b を第1 半導体チップ 310a に載置するときその基準位置を合致させるべき目標位置の座標を算出する。

[0076] 図 17 は、第1 俯瞰画像および第2 俯瞰画像から第2 半導体チップ 310b を載置する目標座標を算出するまでの手順を示す図である。図示するように積層する第1 半導体チップ 310a は既にリードフレーム 330 上の単位領域 322 内にボンディングされており、第1 俯瞰画像、第2 俯瞰画像には共に、第1 半導体チップ 310a 上面において基準位置を示す積層基準マーク 323 が写り込んでいる。

[0077] ボンディング制御部 214 は、第1 俯瞰画像から積層基準マーク 323 の画像座標 (x_{1j}, y_{1j}) を決定し、また、第2 俯瞰画像から積層基準マーク 323 の画像座標 (x_{2j}, y_{2j}) を決定する。そして、これらの画像座標からパッド基準マーク 321 の三次元座標である指標座標 (X_j, Y_j, Z_j) を算出する。この指標座標の座標値は、精確な目標位置を算出するための仮目標位置であり、上述のように周辺環境の温度変化の影響を受けて誤差を含むものである。そこで、較正データ 221 から第2 較正值 $(\Delta X_b, \Delta Y_b)$ を読み出して補正する。このようにして得られた補正後の指標座標 $(X_j + \Delta X_b, Y_j + \Delta Y_b, Z_j)$ の座標値は、仰視画像から算出される空間座標に

対して誤差がないものと期待し得る。予め設定された第1半導体チップ310a上の目標位置と積層基準マーク323の相対位置は既知であるので、ボンディング制御部214は、補正された指標座標($X_j + \Delta X_b$, $Y_j + \Delta Y_b$, Z_j)から目標位置の座標(X_{Tb} , Y_{Tb} , Z_{Tb})を精確に算出することができる。

[0078] 目標位置の座標が確定したら、第2半導体チップ310bを当該目標位置へ載置してボンディングする。図18は、ボンディングツール120が第2半導体チップ310bを第1半導体チップ310aの目標位置へ載置してボンディングする様子を示す図である。

[0079] ボンディング制御部214は、上述のように、ボンディングツール120やヘッド部110の移動に対して第2半導体チップ310bの基準位置の三次元座標を追跡して把握しており、この基準位置が第1半導体チップ310aの目標位置に合致するように、第2半導体チップ310bを移動させる。具体的には、駆動制御部212を介してヘッド駆動モータ111を駆動することによりヘッド部110のXY方向の位置を微調整し、ツール駆動モータ121を駆動することにボンディングツール120のZ軸周りの回転量を微調整する。そして、基準位置のX座標およびY座標と目標位置のX座標およびY座標がそれぞれ一致した状態でボンディングツール120を下降させ、第2半導体チップ310bを第1半導体チップ310a上に載置する。その後、第2半導体チップ310bをコレット122の先端部で加圧しつつ、ヒータ124で加熱して、第1半導体チップ310aに接着する。

[0080] 本実施形態においては、図5を用いて説明したように、第2予定面330bに俯瞰用撮像ユニットの焦点面110aと較正指標173の印刷面を揃えて第2較正値を算出している。すなわち、第2較正値を算出したときのヘッド部110のZ方向の位置は、俯瞰用撮像ユニットがチップ基準マーク311bを撮像するときのヘッド部110のZ方向の位置と同じである。また、図14および図15を用いて説明したように、第2予定面330bにコレット122に保持された第2半導体チップ310bの接触予定面を揃えてチッ

チップ基準マーク 3 1 1 b の三次元座標を算出している。すなわち、チップ基準マーク 3 1 1 b の三次元座標を算出したときのボンディングツール 1 2 0 の Z 方向の位置は、第 2 半導体チップ 3 1 0 b を第 1 半導体チップ 3 1 0 a に載置するときのボンディングツール 1 2 0 の Z 方向の位置と同じである。

[0081] したがって、ヘッド部 1 1 0 やボンディングツール 1 2 0 を Z 方向に移動した場合に生じ得る、実際の三次元座標と認識した三次元座標の X Y 方向に対する誤差を考慮する必要がない。例えば、図 1 6 の状態ではボンディングツール 1 2 0 は第 2 半導体チップ 3 1 0 b を保持して俯瞰用撮像ユニットの視野から退避しているが、この状態における実際の基準位置の X 座標および Y 座標は、ボンディングツール 1 2 0 を上下させる移動機構の要素間のあそび等の影響により、ボンディング制御部 2 1 4 が認識している X 座標および Y 座標とは一致しない場合もある。しかし、図 1 8 のように第 2 半導体チップ 3 1 0 b を第 2 予定面 3 3 0 b に載置するときのボンディングツール 1 2 0 高さは、チップ基準マーク 3 1 1 b の三次元座標を算出したときのボンディングツール 1 2 0 高さと同じとなり、移動機構による誤差要因が除去される。つまり、第 2 半導体チップ 3 1 0 b を第 2 予定面 3 3 0 b に載置するときの実際の基準位置の X 座標および Y 座標は、ボンディング制御部 2 1 4 が認識している X 座標および Y 座標と一致することになる。このような観点において、第 2 較正値を算出する場合に、第 2 予定面 3 3 0 b に対して焦点面 1 1 0 a と較正指標 1 7 3 の印刷面を一致させることや、チップ基準マーク 3 1 1 b の三次元座標を算出する場合に、第 2 予定面 3 3 0 b に対して第 2 半導体チップ 3 1 0 b の接触予定面を一致させることが有効である。

[0082] 第 2 半導体チップ 3 1 0 b のボンディングが完了したら、ボンディング制御部 2 1 4 は、駆動制御部 2 1 2 を介してツール駆動モータ 1 2 1 を駆動することにより、ボンディングツール 1 2 0 を上昇させる。さらに新たな半導体チップ 3 1 0 (第 1 半導体チップ 3 1 0 a、第 2 半導体チップ 3 1 0 b) をボンディングする場合には、再び図 6 の状態へ戻して処理を繰り返す。

[0083] 次に、以上説明した較正処理とボンディング処理を含む全体のボンディン

グ手順をフロー図に沿って纏める。図19は、半導体チップ310のボンディング手順を説明するフロー図である。

- [0084] 較正制御部213は、ステップS11で、較正処理を行うべく較正制御ステップを開始する。詳しくは後にサブフローとして説明する。なお、撮像ユニット間の座標が正しく調整された初期状態からボンディング処理を開始する場合には、最初の較正制御ステップをスキップしても構わない。
- [0085] 較正制御部213が較正制御ステップの実行を終えたら、ステップS12へ進み、ボンディング制御部214は、ボンディング処理を行うべくボンディング制御ステップを開始する。詳しくは後にサブフローとして説明する。
- [0086] ボンディング制御部214がボンディング制御ステップの実行を終えたら、ステップS13へ進み、較正制御部213は、その時点におけるボンディング装置100の状態が予め設定された較正タイミングの条件を満たすか否かを判断する。予め設定される較正タイミングの条件は、再度の較正処理が必要と考え得る条件が設定される。例えば、上述のように、処理が完了したロット数や、ボンディング作業の作業時間、温度検出部によって検出される温度等が設定条件の候補となる。
- [0087] ステップS13で、較正制御部213が条件を満たすと判断した場合には、ステップS11へ戻る。満たさないと判断した場合には、ステップS14へ進む。ステップS14へ進んだ場合は、ボンディング制御部214は、予定された全てのボンディング処理が完了したか否かを判断する。ボンディング処理すべき半導体チップ310が残っていると判断したらステップS12へ戻り、すべてのボンディング処理が完了したと判断したら一連の処理を終了する。
- [0088] 図20は、較正制御ステップの手順を説明するサブフロー図である。較正制御ステップでは、主に、図4および図5を用いて説明した処理を実行する。較正制御部213は、ステップS1101で、カウンタ n に「1」を代入する。続いて、ステップS1102で、指標プレート172を移動して較正指標173を第3撮像ユニット150の視野中心へ投入する。

- [0089] ステップS 1 1 0 3へ進み、校正制御部2 1 3は、第3撮像ユニット1 5 0の焦点面1 5 0 aと校正指標1 7 3の印刷面が第n予定面と一致するように、これらの高さを調整する。例えばn = 1であれば第1予定面3 3 0 aと一致するように調整する。続くステップS 1 1 0 4で、校正指標1 7 3の印刷面が第1撮像ユニット1 3 0および第2撮像ユニット1 4 0の焦点面1 1 0 aとなるように、かつ、ボンディングツール1 2 0の直下に校正指標1 7 3が位置するようにヘッド部1 1 0を移動させる。
- [0090] 校正制御部2 1 3は、ステップS 1 1 0 5で、画像取得部2 1 1を介して各撮像ユニットに撮像を行わせ、第1撮像ユニット1 3 0から第1俯瞰画像を、第2撮像ユニット1 4 0から第2俯瞰画像を、第3撮像ユニット1 5 0から仰視画像を取得する。そして、続くステップS 1 1 0 6で、第1俯瞰画像と第2俯瞰画像にそれぞれ写り込む校正指標1 7 3の像の画像座標に基づいて校正指標1 7 3の三次元座標を算出し、仰視画像に写り込む校正指標1 7 3の像に基づいて校正指標1 7 3の三次元座標を算出する。校正制御部2 1 3は、このように算出されたそれぞれの三次元座標のうち、XY平面方向の差分を第n予定面に対する第n較正值として算出する。算出した較正值は、校正データ2 2 1として記憶部2 2 0へ記憶する。
- [0091] 校正制御部2 1 3は、ステップS 1 1 0 7へ進み、カウンターnをインクリメントする。そして、ステップS 1 1 0 8で、インクリメント後のカウンターnが予定積層総数 n_0 を上回ったか否かを確認する。上述の本実施形態においては、リードフレーム3 3 0上に第1層となる第1半導体チップ3 1 0 aをボンディングし、その上に第2層となる第2半導体チップ3 1 0 bをボンディングするので、予定積層総数は「2」である。カウンターnが予定積層総数 n_0 を上回っていなければステップS 1 1 0 3へ戻ってインクリメントされたnに対応する第n較正值の算出を実行する。カウンターnが予定積層総数 n_0 を上回っていればステップS 1 1 0 9へ進む。
- [0092] 校正制御部2 1 3は、ステップS 1 1 0 9で、指標プレート1 7 2を移動して校正指標1 7 3を第3撮像ユニット1 5 0の視野から退避させる。校正

指標 173 の退避が完了したら、メインのフローへ戻る。なお、較正指標 173 の退避は、続くボンディング処理の中で行ってもよい。

[0093] 図 21 は、ボンディング制御ステップの手順を説明するサブフロー図である。ボンディング制御ステップでは、主に、図 6 から図 18 を用いて説明した処理を実行する。ボンディング制御部 214 は、ステップ S1201 で、カウンタ n に「1」を代入する。

[0094] ステップ S1202 へ進み、ヘッド部 110 をチップ供給装置 500 の上部へ移動させ、ボンディングツール 120 を降下させる。そして、チップ供給装置 500 に載置された半導体チップ 310 のうち、第 n 層として載置する第 n 半導体チップをピックアップ機構 510 と反転機構 520 により反転させ、これをコレット 122 によって吸着して拾得する。例えば $n=1$ であれば、第 1 半導体チップ 310a を拾得する。第 n 半導体チップを拾得したら、ボンディングツール 120 を上昇させる。

[0095] ボンディング制御部 214 は、ステップ S1203 で、第 3 撮像ユニット 150 の焦点面 150a が第 n 予定面と一致するように第 3 撮像ユニット 150 の高さを調整する。続くステップ S1204 で、第 n 予定面が第 1 撮像ユニット 130 および第 2 撮像ユニット 140 の焦点面 110a となるように、かつ、ボンディングツール 120 の直下に第 3 撮像ユニット 150 が位置するようにヘッド部 110 を移動させる。さらにステップ S1205 で、保持している第 n 半導体チップのうち積層対象への接触予定面が第 n 予定面と一致するように、ボンディングツール 120 を降下させる。

[0096] このような配置の調整が完了したら、ボンディング制御部 214 は、ステップ S1206 で、ボンディングツール 120 に保持された第 n 半導体チップの接触予定面を第 3 撮像ユニット 150 に撮像させる。そして、ステップ S1207 で、第 3 撮像ユニット 150 が出力した仰視画像を取得し、写り込んでいるチップ基準マークの画像座標等に基づいて第 n 半導体チップの基準位置の三次元座標を認識する。

[0097] ボンディング制御部 214 は、ステップ S1208 で、保持している第 n

半導体チップが俯瞰用撮像ユニットの視野から退避する位置までボンディングツール120を上昇させると共に、ボンディングツール120が、これから第n半導体チップを載置する載置予定領域の直上となるようにヘッド部110を移動させる。続くステップS1209で、俯瞰用撮像ユニットの焦点面110aが第n予定面と一致するようにヘッド部110の高さを調整する。

[0098] このような配置の調整が完了したら、ボンディング制御部214は、ステップS1210で、パッド基準マーク321や積層基準マーク323といった基準マークを含む載置予定領域付近を第1撮像ユニット130と第2撮像ユニット140に撮像させる。そして、ステップS1211で、第1撮像ユニット130が出力した第1俯瞰画像と第2撮像ユニット140が出力した第2俯瞰画像を取得し、写り込んでいる基準マークの画像座標および第n較正值等に基づいて目標位置の三次元座標を算出する。

[0099] 目標位置が確定したら、ステップS1212へ進み、ボンディング制御部214は、第n半導体チップの基準位置が当該目標位置と合致するようにヘッド部110とボンディングツール120を移動させ、第n半導体チップを載置予定領域に載置する。その後、第n半導体チップを加圧／加熱し、ボンディングを完了させる。第n半導体チップのボンディングが完了したら、ボンディングツール120を上昇させる。

[0100] ボンディング制御部214は、ステップS1213へ進み、カウンターnをインクリメントする。そして、ステップS1214で、インクリメント後のカウンターnが予定積層総数 n_0 を上回ったか否かを確認する。上述の本実施形態においては、リードフレーム330上に第1層となる第1半導体チップ310aをボンディングし、その上に第2層となる第2半導体チップ310bをボンディングするので、予定積層総数は「2」である。カウンターnが予定積層総数 n_0 を上回っていなければステップS1202へ戻ってインクリメントされたnに対応する第n半導体チップのボンディングを実行する。カウンターnが予定積層総数 n_0 を上回っていればメインのフローへ戻る。

- [0101] 以上説明した本実施形態においては、較正処理とボンディング処理を分離し、ボンディング装置 100 の状態が予め設定された較正タイミングの条件を満たす場合に較正処理を実行した。したがって、一度較正処理を実行したら算出した較正値を記憶部 220 に保持しておき、次に較正処理を実行するまでに行うボンディング処理では、当該較正値を毎回参照し続ける。しかし、較正処理を一連のボンディング処理に組み込み、それぞれの第 n 半導体チップをボンディング処理するその処理工程中にその都度第 n 較正値を更新する処理手順であってもよい。そのような他の実施例について、以下に説明する。なお、以下の他の実施例においては、ボンディング装置の構成自体は上述の実施例と同様であるのでその説明を省略し、主に処理手順の異なる部分について説明する。
- [0102] 図 22 は、他の実施例において 3 つの撮像ユニットが第 1 予定面 330 a の高さに調整された較正指標 173 を撮像する様子を示す図である。本実施例においては、第 n 半導体チップの拾得処理と、第 3 撮像ユニット 150 による第 n 半導体チップの撮像処理の間に、第 n 較正値を算出する較正処理を実行する。
- [0103] 図 22 は、より具体的には、コレット 122 がボンディング対象となる第 1 半導体チップ 310 a を保持しつつ、俯瞰用撮像ユニットの視野から退避している様子を示している。コレット 122 が保持する第 1 半導体チップ 310 a は、点線で示すように、この後にリードフレーム 330 上の載置予定領域に載置されてボンディングされる。その他の様子は、図 4 に示す 3 つの撮像ユニットが較正指標 173 を撮像する様子と同様である。具体的には、ヘッド部 110 の位置は、俯瞰用撮像ユニットの焦点面 110 a が第 1 予定面 330 a、および第 1 予定面と一致するように高さが調整された較正指標 173 の印刷面と一致するように調整されている。また、較正指標 173 は、それぞれの撮像ユニットの視野中心付近に配置されている。
- [0104] 較正制御部 213 は、各撮像ユニットに撮像を行わせて得た第 1 俯瞰画像、第 2 俯瞰画像および仰視画像に基づいて、上述のように第 1 較正値を算出

する。較正制御部 213 が第 1 較正值を算出したら、ボンディング制御部 214 は、引き続いてボンディングツール 120 を降下させ、図 7 を用いて説明した第 3 撮像ユニット 150 による第 1 半導体チップ 310a の撮像以降の処理を実行する。なお、第 1 較正值を算出する処理と第 1 半導体チップ 310a の基準位置を算出する処理は逆順であっても構わない。このように、ボンディング処理に同期して実行された較正処理において算出された第 1 較正值は、そのボンディング処理においてボンディングする第 1 半導体チップ 310a の位置合わせに限って利用される。

[0105] 第 2 半導体チップ 310b をボンディング処理する場合も同様であり、第 2 半導体チップ 310b の拾得処理と、第 3 撮像ユニット 150 による第 2 半導体チップ 310b の撮像処理の間に、第 2 較正值を算出する較正処理を実行する。較正制御部 213 は、各撮像ユニットに撮像を行わせて得た第 1 俯瞰画像、第 2 俯瞰画像および仰視画像に基づいて第 2 較正值を算出したら、引き続いてボンディングツール 120 を降下させ、図 14 を用いて説明した第 3 撮像ユニット 150 による第 2 半導体チップ 310b の撮像以降の処理を実行する。このように、ボンディング処理に同期して実行された較正処理において算出された第 2 較正值は、そのボンディング処理においてボンディングする第 2 半導体チップ 310b の位置合わせに限って利用される。

[0106] このように、ボンディング制御部 214 が第 3 撮像ユニット 150 に第 n 半導体チップを撮像させる処理に同期して較正制御部 213 が各撮像ユニットに高さが調整された較正指標を撮像させ、第 n 較正值を更新すれば、第 n 較正值を算出した時点と当該第 n 較正值を用いる時点の時間間隔を短縮することができる。したがって、周辺環境の温度変化に対してより精確な位置合わせを実現することが期待できる。

[0107] 図 23 は、この他の実施例における半導体チップのボンディング手順を説明するフロー図である。図 19 から図 21 を用いて説明した処理手順と同一の処理手順については、同じステップ番号を付すことによりその処理内容の説明を省略する。上述のように、本実施例は、較正処理を毎回のボンディン

グ処理に組み込んだ処理手順であるので、主に処理の流れについて説明する。

- [0108] ボンディング制御部214は、ステップS1201で、カウンターnに「1」を代入する。ステップS1202へ進み、チップ供給装置500に載置された半導体チップ310のうち、第n層として載置する第n半導体チップをコレット122によって吸着して拾得する。ステップS1201に前後して、あるいはステップS1201と並行して、較正制御部213は、指標プレート172を移動して較正指標173を第3撮像ユニット150の視野中心へ投入するステップS1102を実行する。
- [0109] 続いてステップS1103へ進み、較正制御部213は、第3撮像ユニット150の焦点面150aと較正指標173の印刷面が第n予定面と一致するように、これらの高さを調整する。そしてステップS1104で、較正指標173の印刷面が第1撮像ユニット130および第2撮像ユニット140の焦点面110aとなるように、かつ、ボンディングツール120の直下に較正指標173が位置するようにヘッド部110を移動させる。
- [0110] 続くステップS1105で、較正制御部213は、第1撮像ユニット130、第2撮像ユニット140および第3撮像ユニット150に撮像を実行させ、さらにステップS1106で、第n較正値を算出する。第n較正値を算出したら、ステップS1109へ進み、較正指標173を各撮像ユニットの視野から退避させる。
- [0111] 較正制御部213が較正指標173を退避させたら、ボンディング制御部214は、第n半導体チップの接触予定面を第n予定面と一致するまで降下させるステップS1205を実行する。ステップS1205からステップS1212までは、図21を用いて説明した処理手順と同様である。なお、ステップS1211において目標位置を決定する演算で用いられる較正値は、ステップS1205に先立って実行されたステップS1106で算出された第n較正値である。
- [0112] ボンディング制御部214は、ステップS1212からステップS121

3へ進むと、カウンター n をインクリメントする。そして、ステップS 1 2 1 4で、インクリメント後のカウンター n が予定積層総数 n_0 を上回ったか否かを確認する。カウンター n が予定積層総数 n_0 を上回っていなければステップS 1 2 0 2へ戻ってインクリメントされた n に対応する第 n 半導体チップのボンディングを実行する。カウンター n が予定積層総数 n_0 を上回っていればステップS 1 4へ進む。

[0113] ボンディング制御部2 1 4は、ステップS 1 4へ進むと、予定された全てのボンディング処理が完了したか否かを判断する。ボンディング処理すべき半導体チップが残っていると判断したらステップS 1 2 0 1へ戻り、すべてのボンディング処理が完了したと判断したら一連の処理を終了する。

[0114] 以上説明した本実施形態においては、各撮像ユニットが校正指標1 7 3をより好条件で撮像できるようにするために、各撮像ユニットの視野の中心付近に校正指標1 7 3を移動させた。そのため、ボンディング処理においては校正指標1 7 3を各撮像ユニットの視野から退避させる作業が必要となった。また、第 n 校正値を算出するためには、校正指標1 7 3の印刷面を第 n 予定面に一致させる作業が必要であった。

[0115] そこで、このような校正指標1 7 3の退避作業や高さ調整作業を省くことができる他の実施例について説明する。図2 4は、他の実施例における校正ユニット1 7 0'の校正指標の配置について説明する図である。

[0116] 例えば各撮像ユニットが、視野周辺部の収差が位置算出の誤差要因とならない程度の性能を有する光学系を備えるのであれば、校正指標を視野周辺部に常時観察できるように配置しても構わない。すなわち、校正値の算出に与える影響がほとんどなく、ボンディング処理時における半導体チップの接触予定面を第3撮像ユニット1 5 0で撮像する場合に邪魔にならないのであれば、校正指標は、各撮像ユニットの視野周辺部に常置され得る。

[0117] 校正ユニット1 7 0'は、第 n 予定面のそれぞれに対応する複数の校正指標が第3撮像ユニット1 5 0の視野周辺部に固定されて設けられている。具体的には、例えば第1指標プレート1 7 2 aが、その上面が第1予定面と一

致するように、第3撮像ユニット150の視野周辺部の一領域に固定して設けられており、当該上面に第1較正指標173aが印刷されている。第2較正指標173bが印刷された第2指標プレート172bや、第3較正指標173cが印刷された第3指標プレート172cも、それぞれ第2予定面、第3予定面に対応するように、第3撮像ユニット150の視野周辺部の一領域に固定して設けられている。なお、各較正指標は、各撮像ユニットが撮像する俯瞰画像、仰視画像においてそれぞれの像が互いに重なり合わないように、間隔が調整されている。なお、ここでは予定積層総数が「3」の場合についての構成を説明したが、較正指標は予定積層総数に応じて設けられる。このように構成された較正ユニット170'を用いれば、較正指標の退避作業や高さ調整作業を省くことができるので、較正ユニットの構成を簡略化したり、ボンディング処理に要するリードタイムの短縮にも寄与する。

[0118] また、以上説明した本実施形態においては、俯瞰用撮像ユニットが第1撮像ユニット130と第2撮像ユニット140の2つを含む構成であったが、俯瞰用撮像ユニットは、それぞれがシャインプルーフ光学系を採用する3つ以上の撮像ユニットを含むように構成してもよい。また、以上説明した本実施形態においては、第1俯瞰画像と第2俯瞰画像の視差を利用して対象物の三次元座標を算出したが、俯瞰用撮像ユニットを用いて三次元座標を算出する手法はこれに限らない。例えば、シャインプルーフ光学系を採用する俯瞰用撮像ユニットは1つとし、他の補助手段を用いるようにしても構わない。例えば、ヘッド部110にパターン投光が可能な投光部を設け、観察面で観察される投光パターンの形状を俯瞰用撮像ユニットが出力する俯瞰画像で解析することにより、対象物の三次元座標を算出するようにしてもよい。また、本実施形態においては、フリップチップボンダについて説明したが、これに限らずダイボンダ、電子部品を基板などに実装する表面実装機、その他の実装装置に適用することが可能である。

符号の説明

[0119] 100…ボンディング装置、110…ヘッド部、110a…焦点面、11

1…ヘッド駆動モータ、120…ボンディングツール、121…ツール駆動モータ、122…コレット、123…コレット中心、124…ヒータ、130…第1撮像ユニット、131…第1光学系、131a…物側レンズ群、131b…像側レンズ群、132…第1撮像素子、133…絞り、140…第2撮像ユニット、141…第2光学系、142…第2撮像素子、150…第3撮像ユニット、151…第3光学系、152…第3撮像素子、170、170'…較正ユニット、171…指標駆動モータ、172…指標プレート、172a…第1指標プレート、172b…第2指標プレート、172c…第3指標プレート、173…較正指標、173a…第1較正指標、173b…第2較正指標、173c…第3較正指標、174…支持台、175…ロッド、190…ステージ、210…演算処理部、211…画像取得部、212…駆動制御部、213…較正制御部、214…ボンディング制御部、220…記憶部、221…較正データ、230…入出力デバイス、310…半導体チップ、310a…第1半導体チップ、310b…第2半導体チップ、311a…チップ基準マーク、311b…チップ基準マーク、320…ダイパッド、321…パッド基準マーク、322…単位領域、323…積層基準マーク、330…リードフレーム、330a…第1予定面、330b…第2予定面、500…チップ供給装置、510…ピックアップ機構、520…反転機構

請求の範囲

[請求項1]

実装体を拾得して保持し、ステージに載置された基板または前記基板に既に実装された他の前記実装体に対して設定される載置予定領域へ載置して実装する実装ツールと、

前記ステージのステージ面に平行な平面が焦点面となるように光学系と撮像素子がシャインプルーフ条件を満たして配置された、前記ステージ面に対して前記実装ツールと同じ側から前記載置予定領域を俯瞰して撮像するための俯瞰用撮像ユニットと、

前記実装ツールに保持された状態の前記実装体を、前記ステージ面に対して前記俯瞰用撮像ユニットとは反対の側から仰視して撮像するための仰視用撮像ユニットと、

前記俯瞰用撮像ユニットが出力する俯瞰画像に基づいて算出される座標値と前記仰視用撮像ユニットが出力する仰視画像に基づいて算出される座標値との差分を較正する較正值を演算する較正制御部と、

前記実装ツールに保持された前記実装体の基準位置が前記載置予定領域の目標位置に合致するように前記実装体を前記載置予定領域に載置させ、実装させる実装制御部とを備え、

前記較正制御部は、前記載置予定領域の想定される載置高さごとの前記較正值を、前記俯瞰用撮像ユニットと前記仰視用撮像ユニットに前記載置高さに合わせて配置された較正指標を撮像させて出力させた前記俯瞰画像と前記仰視画像に基づいて演算し、

前記実装制御部は、前記実装体のうち前記載置予定領域への接触予定面が前記載置高さとなるように前記実装ツールの位置を調整して前記仰視用撮像ユニットに前記接触予定面を撮像させ出力させた前記仰視画像に基づいて前記基準位置を認識し、前記焦点面が前記載置高さと同一面となるように前記俯瞰用撮像ユニットの位置を調整して前記俯瞰用撮像ユニットに前記載置予定領域を撮像させた前記俯瞰画像と

前記載置高さに対応する前記較正值に基づいて前記目標位置を認識する実装装置。

[請求項2] 演算する前記較正值に応じて前記較正指標を対応する前記載置高さに調整する調整機構を備える請求項1に記載の実装装置。

[請求項3] 前記較正指標は、想定される前記載置高さに応じて複数設けられている請求項1に記載の実装装置。

[請求項4] 前記較正制御部は、前記実装制御部が予め設定されたロット分の前記実装体の実装を完了するごとに、前記載置高さごとの前記較正值を演算して更新する請求項1から3のいずれか1項に記載の実装装置。

[請求項5] 前記較正制御部は、前記実装制御部が実行する実装作業の作業時間に基づいて、前記載置高さごとの前記較正值を演算して更新する請求項1から4のいずれか1項に記載の実装装置。

[請求項6] 前記俯瞰用撮像ユニットの温度を検出する温度検出部を備え、
前記較正制御部は、前記温度検出部が予め設定された温度を検出した場合に、前記載置高さごとの前記較正值を演算して更新する請求項1から5のいずれか1項に記載の実装装置。

[請求項7] 前記較正制御部は、前記実装制御部が前記実装体の前記接触予定面を前記仰視用撮像ユニットに撮像させる処理に同期させて前記俯瞰用撮像ユニットと前記仰視用撮像ユニットに前記較正指標を撮像させ、前記実装体の前記載置高さに対応する前記較正值を演算する請求項1から3のいずれか1項に記載の実装装置。

[請求項8] 前記俯瞰用撮像ユニットは、それぞれの前記焦点面が一致するように調整された第1撮像ユニットと第2撮像ユニットを含み、
前記実装制御部は、前記第1撮像ユニットに前記載置予定領域を撮像させて出力させた第1俯瞰画像と、前記第2撮像ユニットに前記載置予定領域を撮像させて出力させた第2俯瞰画像とに基づいて算出した仮目標位置を前記較正值により補正して前記目標位置を認識する請求項1から7のいずれか1項に記載の実装装置。

[請求項9]

実装体を拾得して保持し、ステージに載置された基板または前記基板に既に実装された他の前記実装体に対して設定される載置予定領域へ載置して実装する実装ツールと、前記ステージのステージ面に平行な平面が焦点面となるようにそれぞれの光学系と撮像素子がシャインプルーフ条件を満たして配置された、前記ステージ面に対して前記実装ツールと同じ側から前記載置予定領域を俯瞰して撮像するための俯瞰用撮像ユニットと、前記実装ツールに保持された状態の前記実装体を、前記ステージ面に対して前記俯瞰用撮像ユニットとは反対の側から仰視して撮像するための仰視用撮像ユニットとを備える実装装置を用いた前記実装体の実装方法であって、

前記俯瞰用撮像ユニットが出力する俯瞰画像に基づいて算出される座標値と前記仰視用撮像ユニットが出力する仰視画像に基づいて算出される座標値との差分を較正する較正值を演算する較正制御ステップと、

前記実装ツールに保持された前記実装体の基準位置が前記載置予定領域の目標位置に合致するように前記実装体を前記載置予定領域に載置させ、実装させる実装制御ステップとを有し、

前記較正制御ステップは、前記載置予定領域の想定される載置高さごとの前記較正值を、前記俯瞰用撮像ユニットと前記仰視用撮像ユニットに前記載置高さに合わせて配置された較正指標を撮像させて出力させた前記俯瞰画像と前記仰視画像に基づいて演算し、

前記実装制御ステップは、前記実装体のうち前記載置予定領域への接触予定面が前記載置高さとなるように前記実装ツールの位置を調整して前記仰視用撮像ユニットに前記接触予定面を撮像させ出力させた前記仰視画像に基づいて前記基準位置を認識し、前記焦点面が前記載置高さと同一面となるように前記俯瞰用撮像ユニットの位置を調整して前記俯瞰用撮像ユニットに前記載置予定領域を撮像させた前記俯瞰

画像と前記載置高さに対応する前記較正值に基づいて前記目標位置を認識する実装方法。

[請求項10]

実装体を拾得して保持し、ステージに載置された基板または前記基板に既に実装された他の前記実装体に対して設定される載置予定領域へ載置して実装体する実装ツールと、前記ステージのステージ面に平行な平面が焦点面となるようにそれぞれの光学系と撮像素子がシャインプルーフ条件を満たして配置された、前記ステージ面に対して前記実装ツールと同じ側から前記載置予定領域を俯瞰して撮像するための俯瞰用撮像ユニットと、前記実装ツールに保持された状態の前記実装体を、前記ステージ面に対して前記俯瞰用撮像ユニットとは反対の側から仰視して撮像するための仰視用撮像ユニットとを備える実装装置を制御する実装制御プログラムであって、

前記俯瞰用撮像ユニットが出力する俯瞰画像に基づいて算出される座標値と前記仰視用撮像ユニットが出力する仰視画像に基づいて算出される座標値との差分を較正する較正值を演算する較正制御ステップと、

前記実装ツールに保持された前記実装体の基準位置が前記載置予定領域の目標位置に合致するように前記実装体を前記載置予定領域に載置させ、実装させる実装制御ステップと
をコンピュータに実行させ、

前記較正制御ステップは、前記載置予定領域の想定される載置高さごとの前記較正值を、前記俯瞰用撮像ユニットと前記仰視用撮像ユニットに前記載置高さに合わせて配置された較正指標を撮像させて出力させた前記俯瞰画像と前記仰視画像に基づいて演算し、

前記実装制御ステップは、前記実装体のうち前記載置予定領域への接触予定面が前記載置高さとなるように前記実装ツールの位置を調整して前記仰視用撮像ユニットに前記接触予定面を撮像させ出力させた前記仰視画像に基づいて前記基準位置を認識し、前記焦点面が前記載

置高さと同一面となるように前記俯瞰用撮像ユニットの位置を調整して前記俯瞰用撮像ユニットに前記載置予定領域を撮像させた前記俯瞰画像と前記載置高さに対応する前記較正值に基づいて前記目標位置を認識する実装制御プログラム。