

明 細 書

発明の名称：

対象物に対して移動体を直線移動させる装置および方法

技術分野

[0001] 本発明は、対象物に対して移動体を直線移動させる装置および方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、半導体装置の製造において、半導体ダイ等の電子部品を基板あるいは他の半導体ダイに実装する実装装置や、半導体ダイの電極と基板の電極にワイヤをボンディングするワイヤボンディング装置等の多くのボンディング装置が用いられている。ボンディング装置は、XYテーブル上に搭載されたボンディングヘッドと、ボンディングヘッドに取り付けられてボンディングツールを上下方向に移動させるボンディングアームと、ボンディングヘッドに取り付けられて基板のボンディング位置を検出する位置検出用カメラと、を備えている。ボンディングツールの中心線と位置検出用カメラの光軸とは所定のオフセット距離だけ離して配置されている。そして、位置検出用カメラの光軸をボンディング位置に合わせた後、オフセット距離だけボンディングヘッドを移動させてボンディングツールの中心線をボンディング位置に移動させてボンディングを行うものが多い。

[0003] 一方、ボンディング動作を継続すると、温度上昇によりオフセット距離が変化する。このため、位置検出用カメラの光軸をボンディング位置に合わせた後、オフセット距離だけボンディングヘッドを移動させても、ボンディングツールの中心線がボンディング位置とならない場合がある。そこで、ボンディング動作の中間でオフセット距離を校正するボンディング装置が提案されている（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2001-203234号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、ボンディング装置では、ボンディングヘッドを有するベースの移動量の検出にリニアスケールを用いているものが多い。この場合、ボンディング装置の温度が上昇すると、リニアスケールが膨張し、リニアスケールの目盛に基づいて移動するベースの移動量に誤差が発生するという問題があった。また、リニアスケールの温度上昇は一様ではないため、リニアスケールの熱膨張量も部位によって異なっている場合が多い。このため、ボンディングヘッドの位置検出精度の低下により電子部品の実装精度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、移動体の移動精度を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の装置は、対象物に対して移動体を直線移動させる装置であって、対象物に対して直線移動し、移動方向に所定間隔を空けた第1位置と第2位置とを有する移動体と、移動体の移動方向に沿って配置され、移動方向に沿って所定ピッチで複数の目盛が設けられたスケールと、移動体の第1位置に配置され、第1位置に対するスケールの第1目盛番号を検出する第1検出部と、移動体の第2位置に配置され、第2位置に対するスケールの第2目盛番号を検出する第2検出部と、移動体をスケールに沿って移動させながら、逐次、第1検出部及び第2検出部で第1目盛番号及び第2目盛番号を検出し、所定間隔と、第1目盛番号と第2目盛番号との間のスケール上の距離との比率に基づいて、移動体の移動量を制御する制御部とを備えることを特徴とする。

[0008] 本発明の装置において、移動体は、半導体ダイを対象物に搬送する搬送機構であり、対象物は、搬送された半導体ダイが実装される基板又は他の半導体ダイであって、装置は、半導体ダイを対象物に実装する装置としてもよい。

- [0009] 本発明の装置において、制御部は、所定間隔と、第1目盛番号と第2目盛番号との間のスケール上の距離との比率に基づいて、スケールの一端からの所定の目盛数毎の位置補正係数を算出してもよい。
- [0010] 本発明の装置において、基準位置からの移動体の距離を検出する距離検出器を備え、制御部は、距離検出器によって基準位置からの移動体の距離を検出しながら移動体をリファレンス距離だけ移動させ、移動体をリファレンス距離だけ移動させる前と移動させた後のスケールの目盛番号差を第1検出部または第2検出部で検出し、リファレンス距離と目盛番号差とに基づいて移動量を修正してもよい。
- [0011] 本発明の装置において、リファレンス距離だけ離間して位置マークが配置されたリファレンス部材と、移動体に設けられ、位置マークの画像を取得する画像取得手段とを備え、制御部は、画像取得手段で取得した位置マークの画像に基づいて移動体をリファレンス距離だけ移動させ、移動させた際のスケールの目盛番号差を第1検出部又は第2検出部により検出し、リファレンス距離と目盛番号差とに基づいて移動量を修正してもよい。
- 装置。
- [0012] 本発明の方法は、対象物に対して移動体を直線移動させる方法であって、移動方向に所定間隔を空けた第1位置と第2位置とを有する移動体を対象物に対して直線移動させる工程と、移動方向に沿って所定ピッチで複数の目盛が設けられたスケールを移動体の移動方向に沿って配置する工程と、第1位置に対するスケールの第1目盛番号を検出する第1検出部を移動体の第1位置に配置する工程と、第2位置に対するスケールの第2目盛番号を検出する第2検出部を移動体の第1位置に配置する工程と、移動体をスケールに沿って移動させながら、逐次、第1検出部及び第2検出部で第1目盛番号及び第2目盛番号を検出し、所定間隔と、第1目盛番号と第2目盛番号との間のスケール上の距離との比率に基づいて、移動体の移動量を制御する工程とを有することを特徴とする。
- [0013] 本発明の方法において、距離検出器によって基準位置からの移動体の距離

を検出する工程と、距離検出器によって基準位置からの移動体の距離を検出しながら移動体をリファレンス距離だけ移動させ、移動体をリファレンス距離だけ移動させる前と移動させた後のスケールの目盛番号差を第1検出部または第2検出部により検出する工程と、リファレンス距離と目盛番号差とに基づいて移動量を修正する工程と、を含んでもよい。

- [0014] 本発明の方法であって、リファレンス距離だけ離間した位置マークをリファレンス部材に配置する工程と移動体に画像取得手段を配置する工程と、画像取得手段によって位置マークの画像を取得し、取得した位置マークの画像に基づいて移動体をリファレンス距離だけ移動させる工程と、移動体をリファレンス距離だけ移動させた際のスケールの目盛番号差を第1検出部または第2検出部により検出する工程と、リファレンス距離と目盛番号差とに基づいて移動量を修正する工程と、を含んでもよい。

発明の効果

- [0015] 本発明は、移動体の移動精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]実施形態における実装装置のシステムの構成を示す系統図である。
- [図2]図1に示す実装装置においてリニアスケールが熱膨張した場合の基本動作を示す説明図で（a）は基準位置での状態、（b）はカメラ側エンコーダヘッドで検出したリニアスケールの目盛位置にボンディングヘッド側エンコーダヘッドの中心線が合うようにベースを移動した状態を示す。
- [図3]図1に示す実装装置においてベースが熱膨張した場合の基本動作を示す説明図で、（a）は基準位置での状態、（b）はカメラ側エンコーダヘッドで検出したリニアスケールの目盛位置にボンディングヘッド側エンコーダヘッドの中心線が合うようにベースを移動した状態を示す。
- [図4]図1に示す実装装置におけるリニアスケールの位置補正係数の算出動作を示すフローチャートである。
- [図5]図4に示す動作の際のリニアスケールに対するベースの位置の変化と、リニアスケールに対する位置補正係数の変化とを示すグラフである。

[図6]図1に示す実装装置におけるリニアスケールの位置補正係数の他の算出動作を示すフローチャートである。

[図7]ベースをリファレンス距離だけ移動させた際のリニアスケールとベースとリファレンス部材との関係を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0017] <実装装置の構成>

以下、対象物に対して移動体を直線移動させる装置として半導体ダイ15を基板16等を実装する実装装置100を例に説明する。図1に示すように、本実施形態の実装装置100は、第1電子部品である半導体ダイ15を対象物である基板16または図示しない第2電子部品である他の半導体ダイに実装するものである。実装装置100は、移動体であるベース10と、ボンディングヘッド20と、カメラ25と、第1検出部であるボンディングヘッド側エンコーダヘッド31と、第2検出部であるカメラ側エンコーダヘッド32と、リニアスケール33と、制御部50と、レーザ距離検出器45と、対象物である基板16を吸着固定するボンディングステージ13とを備えている。実装装置100は、例えば半導体ダイ15を反転させた後に基板16に実装するフリップチップボンディング装置であるが、半導体ダイ15を反転させずに基板16に実装するダイボンディング装置であってもよい。

[0018] ベース10は、直線方向であるX方向に延びるガイドレール11にガイドされてX方向に直線移動する。また、ベース10にはベース10をX方向に駆動するリニアモータ12が取り付けられている。

[0019] ベース10にはボンディングヘッド20と画像取得手段であるカメラ25とが取り付けられている。ボンディングヘッド20は、半導体ダイ15を真空吸着して基板16にボンディングする実装ツールであるボンディングツール21を上下方向であるZ方向に移動させるものである。図1の符号22zは、ボンディングヘッド20のZ方向の中心線を示す。また、ボンディングツール21は、ボンディングヘッド20のZ方向の中心線22zと同軸に配置されているので、中心線22zはボンディングツール21の中心を通る線

でもある。カメラ25は、基板16を上方から撮像してその画像を取得するものである。図1の符号26zはカメラ25の光軸を示す。ボンディングヘッド20とカメラ25とは、ボンディングヘッド20のZ方向の中心線22zとカメラ25の光軸26zとがベース10の移動方向であるX方向に所定間隔aだけ空けてベース10に取り付けられている。ここで所定間隔aは、オフセット距離である。ベース10は、ボンディングツール21で吸着した半導体ダイ15を基板16に搬送する搬送機構である。

[0020] また、ベース10には、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31とカメラ側エンコーダヘッド32とが取り付けられている。図1に示すようにボンディングヘッド側エンコーダヘッド31は、中心線31aがボンディングヘッド20のZ方向の中心線22zと同一の位置となるようにベース10の第1位置に取り付けられている。また、カメラ側エンコーダヘッド32は中心線32aがカメラ25の光軸26zの位置Cと同一の位置となるようにベース10の第2位置に取り付けられている。したがって、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31が取り付けられる第1位置とカメラ側エンコーダヘッド32が取り付けられる第2位置とはベース10の移動方向であるX方向に所定間隔aだけ離れている。

[0021] ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31とカメラ側エンコーダヘッド32とに対向する位置には、ベース10の移動方向であるX方向に延びる共通のリニアスケール33が配置されている。リニアスケール33は所定のピッチpで複数の目盛34が刻まれている。ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31とカメラ側エンコーダヘッド32とはこの目盛34を光学的に読み取って、リニアスケール33の上の目盛番号を検出するものである。

[0022] ボンディングステージ13は、基板16を真空吸着するものである。

[0023] レーザ距離検出器45は、ボンディングステージ13から離れた位置に配置され、レーザによってベース10の基準位置からの距離を検出するものである。レーザ距離検出器45は、実装装置100の温度変化によるリニアスケール33の長さに変化と関係なく、ベースのX方向の基準位置からの距離

を検出することができる。

[0024] 図1に示すように、リニアモータ12と、ボンディングヘッド20とは制御部50に接続され、制御部50の指令によって動作する。また、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31、カメラ側エンコーダヘッド32は制御部50に接続され、検出したリニアスケール33の目盛位置のデータは、制御部50に入力される。また、カメラ25、レーザ距離検出器45も制御部50に接続され、カメラ25が撮像した画像、レーザ距離検出器45が検出したベース10のX方向の移動距離のデータは、制御部50に入力される。

[0025] 制御部50は、内部に情報処理を行うCPUと動作プログラム、データを格納したメモリとを含むコンピュータであり、ベース10のX方向位置あるいは移動量を調整するものである。

[0026] 図1に示す実装装置100のガイドレール11、リニアスケール33は、図示しないY方向駆動機構によって一体となってY方向に移動可能である。Y方向駆動機構は制御部50に接続され、制御部50の指令によって動作する。なお、Y方向は、X方向と直交する水平方向である。

[0027] なお、本実施形態の実装装置100では、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31は、中心線31aがボンディングヘッド20のZ方向の中心線22zと同一の位置となるようにベース10に取り付けられ、カメラ側エンコーダヘッド32は中心線32aがカメラ25の光軸26zと同一の位置となるようにベース10に取り付けられていることとして説明したがこれに限らない。ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31とカメラ側エンコーダヘッド32とはX方向に所定間隔aだけ離れて配置されていれば、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31をボンディングヘッド20の近傍に配置し、カメラ側エンコーダヘッド32をカメラ25の近傍に配置してもよい。

[0028] <実装装置の基本動作>

次に、図2、図3を参照しながら本実施形態の実装装置100の基本動作について説明する。図2(a)は、ベース10が撮像位置にある場合を示す。図2、図3の説明では、撮像位置はカメラ25の光軸26zの位置Cがボ

ンディング領域の中心位置Sと一致する位置であり、ボンディングツール21の中心位置BHと半導体ダイ15の中心位置Dとは一致しており、ボンディングツール21に吸着された半導体ダイ15の中心位置Dはボンディングヘッド20のZ方向の中心線22zの上にあるとして説明する。

[0029] 図2(a)に示すように、撮像位置では、カメラ25の光軸26zの位置C(x, y)がボンディング領域の中心位置S(x, y)と一致している。撮像位置でカメラ側エンコーダヘッド32の中心線32aはリニアスケール33のN番目の目盛の位置にある。制御部50には、カメラ側エンコーダヘッド32からカメラ側エンコーダヘッド32の中心線32aがリニアスケール33のN番目の目盛の位置にあるデータが入力される。次に、制御部50は、図1に示すリニアモータ12によってベース10をX方向に移動する。この際、制御部50は、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31によりリニアスケール33の目盛のデータを検出する。そして、制御部50は、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31により検出したリニアスケール33の目盛がN番目の目盛位置になるまでベース10をX方向に移動する。図2(b)に示す様に、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31により検出したリニアスケール33の目盛がN番目の目盛位置になると、ボンディングヘッド20の中心線22z、半導体ダイ15の中心位置Dは、リニアスケール33の目盛がN番目の目盛位置、つまり、ボンディング領域の中心位置Sとなる。本実施形態の実装装置100は、このようにして、半導体ダイ15の中心位置Dをボンディング領域の中心位置Sに一致させることができる。

[0030] 図2(a)、図2(b)において、破線で示すリニアスケール33'、目盛34'は、リニアスケール33が熱膨張した状態を示す。リニアスケール33が熱膨張している場合、撮像位置においてカメラ側エンコーダヘッド32が検出する目盛位置は、N'となる。そして、制御部50は、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31により検出したリニアスケール33の目盛がN'番目の目盛位置となるまでベース10をX方向に移動させる。これに

より、半導体ダイ 15 の中心位置 D をリニアスケール 33 の目盛が N 番目の目盛位置、つまり、ボンディング領域の中心位置 S に合わせることができる。

[0031] 以上説明したように、本実施形態の実装装置 100 は、リニアスケール 33 が熱膨張しても、オフセット距離である所定間隔 a の較正を行わずに半導体ダイ 15 の中心位置 D をボンディング領域の中心位置 S に合わせることができる。

[0032] 図 3 (a)、図 3 (b) は、ベース 10 が X 方向に熱膨張した場合を示す。図 3 (a) に示すように、撮像位置では、カメラ 25 の光軸 26 z の位置 C (x, y) がボンディング領域の中心位置 S (x, y) と一致している。撮像位置でカメラ側エンコーダヘッド 32 の中心線 32 a はリニアスケール 33 の N 番目の目盛の位置にある。この際、ボンディングヘッド 20 の中心線 22 z は、カメラ 25 の光軸 26 z から X 方向に a' だけ離れた位置にある。

[0033] 制御部 50 は、図 2 (b) を参照して説明したと同様、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド 31 により検出したリニアスケール 33 の目盛が N 番目の目盛位置になるまでベース 10 を X 方向に移動する。すると、半導体ダイ 15 の中心位置 D は、リニアスケール 33 の目盛が N 番目の目盛位置、つまり、ボンディング領域の中心位置 S となる。本実施形態の実装装置 100 は、このようにして、ベース 10 が熱膨張しても、オフセット距離である所定間隔 a の較正を行わずに半導体ダイ 15 の中心位置 D をボンディング領域の中心位置 S に合わせることができる。また、所定間隔 a の調整を行わずにベース 10 の移動精度を向上させることができる。

[0034] <実装装置におけるリニアスケールの位置補正係数 k (n) の算出動作 (算出方法)>

次に、図 4 から図 5 を参照しながらリニアスケール 33 の位置補正係数 k (n) の算出動作について説明する。先に図 2 から図 3 を参照して説明したように、本実施形態の実装装置 100 は、リニアスケール 33、或いはベー

ス10が熱膨張しても、オフセット距離である所定間隔aの較正を行わずに半導体ダイ15の中心位置Dをボンディング領域の中心位置Sに合わせることができる。しかし、リニアスケール33或いはベース10が熱膨張すると、実装装置100の基準位置から所定の位置までベースを移動させる際に誤差が発生する場合がある。そこで、以下、リニアスケール33の位置補正係数の算出動作（算出方法）について説明する。

[0035] 図4のステップS101に示すように、制御部50は、nを1に初期設定する。そして制御部50は、図4のステップS102、図5に示すように、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の中心線31aをリニアスケール33の第1目盛番号B1(1)に合わせる。そして、制御部50は、図4のステップS103においてレーザ距離検出器45によってこの時のベース10のX方向の位置を初期位置として検出する。

[0036] 次に、制御部50は、図4のステップS104に示すように、カメラ側エンコーダヘッド32によってカメラ側エンコーダヘッド32の中心線32aの位置するリニアスケール33の第2目盛番号B2(1)を読み取る。そして、制御部50は、図4のステップS105に進み、次の(式1)により、リニアスケール33の上の第2目盛番号B2(1)と第1目盛番号B1(1)との距離A1(1)を算出する。距離A(1)は、リニアスケール33で検出したボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の中心線31aとカメラ側エンコーダヘッド32の中心線32aとの距離でもある。

$$A(1) = [B2(1) - B1(1)] \times p \quad \dots (式1)$$

(式1)において、pはリニアスケール33の目盛34のピッチである。

[0037] 次に、制御部50は、図4のステップS106に進み、次の(式2)によってリニアスケール33の位置補正係数k(1)を算出する。位置補正係数k(1)は、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の中心線31aとカメラ側エンコーダヘッド32の中心線32aとの間の所定間隔aと、リニアスケール33の上の第2目盛番号B2(1)と第1目盛番号B1(1)との距離A(1)との比率である。

$$k(1) = a / A(1) \quad \dots \dots \dots (式2)$$

図4のステップS105、S106は、補正係数算出ステップを構成する

。

[0038] 次に制御部50は、図4のステップS107に進み、リニアモータ12によってベース10をX方向に所定の目盛数 ΔB だけ移動させ、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の中心線31aを第2目盛番号 $B2(1) = B1(1) + \Delta B$ に合わせる。そして、制御部50は、図4のステップS108に進んで $B1(2)$ に $B1(1) + \Delta B$ を格納する。制御部50は、図4のステップS109で n が n_{end} に到達したかどうかを判断し、 n が n_{end} に到達していない場合には、図4のステップS110に進んで n を1だけインクリメントして $n = n + 1 = 2$ として図4のステップS104に戻る。ここで、 n_{end} は、ベース10が終了位置まで移動するまでに必要な移動回数であり、第1目盛番号 $B1(n_{end})$ は、ベース10が終了位置まで移動した際にボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の中心線31aが位置するリニアスケール33の目盛番号を示す。図4のステップS104、S107-S110は、目盛番号検出ステップを構成する。

[0039] このように、制御部50は、リニアスケール33の所定の目盛数 ΔB だけベース10をX方向に直線移動させ、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31とカメラ側エンコーダヘッド32とによって、逐次、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の中心線31aが位置するリニアスケール33の第1目盛番号 $B1(n)$ と、カメラ側エンコーダヘッド32の中心線32aが位置するリニアスケール33の第2目盛番号 $B2(n)$ とを検出する。そして、制御部50は、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の中心線31aとカメラ側エンコーダヘッド32の中心線32aとの間の所定間隔 a と、リニアスケール33の上の第2目盛番号 $B2(n)$ と第1目盛番号 $B1(n)$ との距離 $A(n)$ との比率であるリニアスケール33の位置補正係数 $k(n)$ を算出する動作を繰り返す。このように、制御部50は、リニアスケール33の一端から所定の目盛数 ΔB 毎に位置補正係数 $k(n)$ を算出

し、図5のグラフに示すように、リニアスケール33の各目盛番号 $B(n)$ におけるリニアスケール33の位置補正係数 $k(n)$ を算出することができる。

[0040] 今、リニアスケール33もベース10も常温で熱膨張がない場合、図5に示すように、 $n=1$ における第1目盛番号 $B_1(1)=0$ 、第2目盛番号 $B_2(1)=10$ とすると、

$$\begin{aligned} A(1) &= [B_2(1) - B_1(1)] \times p = [10 - 0] \times p \\ &= 10 \text{ 目盛} \times p = a \end{aligned}$$

であり、 $k(1) = a / A(1) = 1.0$

となる。

[0041] $n=2$ の位置ではリニアスケール33が熱膨張しており、ベース10の所定間隔 a は不変であるとする。この場合、リニアスケール33の目盛34のピッチ p は、熱膨張により、 $p'(>p)$ となっている。 $n=2$ においてボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の中心線31aを第1目盛番号 $B_1(2)=20$ 番に合わせると、第2目盛番号 $B_2(2)$ と第1目盛番号 $B_1(2)$ との間の目盛数は、熱膨張のない場合の10目盛よりも少ない目盛数、例えば、9目盛となる。このため、リニアスケール33の上の第2目盛番号 $B_2(2)$ と第1目盛番号 $B_1(2)$ との距離 $A(2)$ 、或いは、リニアスケール33で検出したボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の中心線31aとカメラ側エンコーダヘッド32の中心線32aとの間の距離 $A(2)$ は、

$$\begin{aligned} A(2) &= [B_2(2) - B_1(2)] \times p \\ &= 9 \text{ 目盛} \times p \end{aligned}$$

となる。一方、ベース10の所定間隔 a は不変であり、 $10 \text{ 目盛} \times p$ であるから、

$$k(2) = a / A(2) = (10 \text{ 目盛} \times p) / (9 \text{ 目盛} \times p) > 1.0$$

となる。このように、リニアスケール33が熱膨張によって伸びていると、位置補正係数 $k(n)$ は、 1.0 より大きい数字となる。また、逆にリニ

アスケール 33 が常温よりも低い温度で、収縮している場合には、位置補正係数 $k(n)$ は、1.0 よりも小さい数字となる。

[0042] リニアスケール 33 が熱膨張していない場合にベース 10 を X 方向に所定の目盛数 ΔB だけ移動させると、ベース 10 は $\Delta B \times p$ だけ X 方向に移動する。リニアスケール 33 が熱膨張または収縮しているとベース 10 の移動距離は、熱膨張或いは収縮を補正し、 $\Delta B \times p \times k(n)$ となる。リニアスケール 33 が熱膨張している場合には、 $k(n)$ は、1.0 よりも大きいので、ベース 10 の移動距離は、 $\Delta B \times p$ よりも大きくなり、リニアスケール 33 が収縮している場合には、 $k(n)$ が 1.0 よりも小さくなるので、ベース 10 の移動距離は $\Delta B \times p$ よりも小さくなる。また、ベース 10 の初期位置から終了位置までの移動距離は、 $\Delta B \times p \times k(n)$ を $n=1$ から n_{end} まで積算したものとなる。

[0043] n が n_{end} に到達したら、制御部 50 は、図 4 のステップ S111 に進み、次の (式 3) でベース 10 の全移動距離 L_a を算出する。

$$L_a = \sum [\Delta B \times p \times k(n)] \quad \cdots \cdots \text{(式 3)}$$

[0044] 上記の (式 3) で計算した L_a は、ベース 10 の所定間隔 a が不変でリニアスケール 33 の熱膨張を考慮した場合のベース 10 の全移動距離である。しかし、ベース 10 の所定間隔 a も温度によって熱膨張する。そこで、以下の様に、ベース 10 の所定間隔 a の熱膨張量を考慮して位置補正係数 $k(n)$ を修正する。

[0045] 制御部 50 は、図 4 のステップ S112 に進み、レーザ距離検出器 45 によってベース 10 の終了位置を検出して図 4 のステップ S113 に進み、レーザ距離検出器 45 によって検出したベース 10 の初期位置から終了位置までの移動距離 L_c を算出する。

[0046] 制御部 50 は、図 4 のステップ S114 に進んで、下記の (式 4) によって位置補正係数 $k(n)$ を修正して $k_a(n)$ とする。

$$k_a(n) = k(n) \times [L_a / L_c] \quad \cdots \cdots \text{(式 4)}$$

制御部 50 は、修正した位置補正係数 $k_a(n)$ をメモリに格納する。修

正した位置補正係数 $k_a(n)$ は、図5に示すように、熱膨張によるベース10の所定間隔 a の変化を考慮したリニアスケール33の目盛番号 $B(n)$ に対するリニアスケール33の位置補正係数 $k_a(n)$ の分布、あるいは、位置補正係数 $k_a(n)$ のマップを示す。図4のステップS111からS114は、補正係数修正ステップを構成する。

- [0047] 制御部50は、修正した位置補正係数 $k_a(n)$ を用いて以下のように、リニアスケール33を用いて検出したボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の中心線31aの位置を補正する。ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31で検出したリニアスケール33の目盛番号が $B100$ で、 $B100 = \Delta B \times m + j$ の場合、制御部50は、目盛番号0からボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の中心線31aまでの距離 $L100$ を、

$$L100 = [\sum \Delta B \times k_a(n) \times p]_{(n=1 \sim m)} + k_a(m+1) \times j \times p$$

として算出し、ベース10の移動量或いは移動距離を制御する。

- [0048] つまり、制御部50は、補正なしの場合に、リニアスケール33で検出した目盛番号0から目盛番号 $B100$ までのボンディングヘッド側エンコーダヘッド31の移動距離 $L100b = (\Delta B \times m + j) \times p$ を、修正した位置補正係数 $k_a(n)$ を用いて、距離 $L100 = [\sum \Delta B \times k_a(n) \times p]_{(n=1 \sim m)} + k_a(m+1) \times j \times p$ に修正し、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31が取り付けられているベース10の移動量或いは移動距離を制御する。

- [0049] 以上、説明したように、本実施形態の実装装置100は、所定の目盛数 ΔB だけベース10を直線移動させ、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31とカメラ側エンコーダヘッド32により、逐次、目盛番号を検出してリニアスケール33の位置補正係数 $k_a(n)$ のマップを作成し、作成した位置補正係数 $k_a(n)$ のマップに基づいて各エンコーダヘッド31、32の位置を修正するので、ボンディングヘッド20、カメラ25の位置検出精度を向上させてベース10の移動精度を向上させることができる。

- [0050] 次に、図6、図7を参照しながら、本実施形態の実装装置100のリニアスケールの位置補正係数 $k(n)$ の他の算出動作について説明する。図4、図5を参照して説明した動作と同様の動作については、同様のステップ符号を付して説明は省略する。
- [0051] 図5に示す動作は、ベース10を所定の目盛数 ΔB だけ移動させて各エンコーダヘッド31、32でリニアスケール33の移動目盛番号を検出して各位置補正係数 $k(n)$ を算出した後、レーザ距離検出器45によってベース10の位置を検出しながらベース10をリファレンス距離 L_r だけ移動させた際の目盛数を検出し、この結果に基づいて位置補正係数 $k(n)$ を修正するものである。各位置補正係数 $k(n)$ を算出は、先に図4、図5を参照して説明したのと同様なので、説明は省略する。
- [0052] 制御部50は、図6のステップS101からS110を繰り返して実行して $k(n)$ を算出したら、図6のステップS201に進む。
- [0053] 制御部50は、図6のステップS201において、図7に示すように、ベース10を所定の基準位置に合わせる。そして、制御部50は、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31によってベース10が基準位置にある時のボンディングヘッド側エンコーダヘッド31が位置するリニアスケール33の目盛番号 $B(s)$ を検出する。また、制御部50は、レーザ距離検出器45によってレーザ距離検出器45からベース10までの第1距離を検出する。次に、制御部50は、レーザ距離検出器45によってベース10までの距離を検出しながらベース10をX方向にリファレンス距離 L_r だけ移動させる。ベース10がリファレンス距離 L_r だけ移動し、停止位置になったら、制御部50は、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31によって停止位置におけるリニアスケール33の目盛番号 $B(e)$ を検出する。制御部50は、基準位置の目盛番号と停止位置の目盛番号の差 $= (B(e) - B(s))$ からリファレンス距離 L_r だけベース10が移動した際のリニアスケール33の目盛番号差 $NB = (B(e) - B(s))$ を算出する。
- [0054] 制御部50は、目盛番号差 NB を検出したら、図6のステップS202に

進み、下記の（式５）によって位置補正係数 $k(n)$ を修正する。

$$k_a(n) = k(n) \times [NB \times p] / L_r \dots\dots\dots \text{(式５)}$$

[0055] 制御部５０は、先に説明した実施形態と同様、修正した位置補正係数 $k_a(n)$ を用いてリニアスケール３３によって検出したボンディングヘッド側エンコーダヘッド３１の中心線３１ａの位置、または、カメラ側エンコーダヘッド３２の中心線３２ａの位置を補正する。また、リニアスケール３３で検出した各エンコーダヘッド３１、３２の移動距離を修正した位置補正係数 $k_a(n)$ を用いて修正し、ベース１０の移動量或いは移動距離を制御する。

[0056] 本動作は、先に図４、図５を参照して説明した動作と同様、ボンディングヘッド２０、カメラ２５の位置検出精度を向上させて電子部品の実装精度が低下することを抑制することができる。なお、上記の説明では、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド３１によってベース１０が基準位置、停止位置にある際のリニアスケール３３の目盛番号を検出することとして説明したが、カメラ側エンコーダヘッド３２によってベース１０が基準位置、停止位置にある際のリニアスケール３３の目盛番号を検出してもよい。

[0057] 次に、図６のステップＳ２０１、Ｓ２０２の他の動作について説明する。

[0058] 本実施形態の実装装置１００は、図７に示すように、位置マークＭｓが基準位置に配置されている第１リファレンス部材６１と、位置マークＭｅが停止位置に配置されている第２リファレンス部材６２を備えている。

[0059] 制御部５０は、図６のステップＳ２０１において、カメラ２５の光軸２６ｚを第１リファレンス部材６１の位置マークＭｓの位置に合わせ、カメラ側エンコーダヘッド３２によって基準位置におけるリニアスケール３３の目盛番号Ｂ（ｓ）を検出する。次に、制御部５０は、カメラ２５で画像を取得しながら、カメラ２５の光軸２６ｚが位置マークＭｅの位置に来るまでベース１０を移動させる。そして、カメラ２５の光軸２６ｚが位置マークＭｅの停止位置に来たら、カメラ側エンコーダヘッド３２でリニアスケール３３の目盛番号Ｂ（ｅ）を検出する。そして、制御部５０は、基準位置の目盛番号と

停止位置の目盛番号の差 = $(B(e) - B(s))$ からリファレンス距離 L_r だけベース 10 が移動した際のリニアスケール 33 の目盛番号差 $NB = (B(e) - B(s))$ を算出する。

[0060] 制御部 50 は、先の動作と同様、目盛番号差 NB を検出したら、図 6 のステップ S202 に進み、下記の (式 5) によって位置補正係数 $k(n)$ を修正する。

$$k_a(n) = k(n) \times [NB \times p] / L_r \quad \dots \dots \dots \text{(式 5)}$$

[0061] 以上説明したように、先に説明した動作と同様、ボンディングヘッド 20、カメラ 25 の位置検出精度を向上させてベース 10 の移動精度を向上させることができる。なお、上記の説明では、カメラ側エンコーダヘッド 32 によってベース 10 が基準位置、停止位置にある際のリニアスケール 33 の目盛番号を検出することとして説明したが、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド 31 によってベース 10 が基準位置、停止位置にある際のリニアスケール 33 の目盛番号を検出してもよい。

[0062] 本実施形態は、先に説明した実施形態と同様の効果を奏する。

[0063] 以上説明した実施形態では、カメラ 25 の光軸 25z を位置マーク Ms、Me に合わせることでベース 10 をリファレンス距離 L_r だけ移動させることとして説明したが、以下のような方法で位置補正係数 $k(n)$ の修正を行ってもよい。

[0064] カメラ 25 の視野に位置マーク Ms が入る位置にベース 10 を移動させ、位置マーク Ms の画像を撮像し、カメラ 25 の光軸 25z と位置マーク Ms との距離 d_1 を検出する。また、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド 31 によってリニアスケール 33 の目盛番号 $B(s)$ を検出する。次に、カメラ 25 の視野に位置マーク Me が入る位置までベース 10 を移動させ、カメラ 25 で位置マーク Me の画像を検出し、カメラ 25 の光軸 25z と位置マーク Me との距離 d_2 を検出する。そして、リファレンス距離 L_r に距離 d_1 、 d_2 を考慮した距離を近似リファレンス距離 L_{r1} として取得する。また、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド 31 によってリニアスケール 3

3の目盛番号 $B(e)$ を検出する。

[0065] そして、目盛番号差 $NB = (B(e) - B(s))$ と近似リファレンス距離 L_{r1} とから、下記の(式6)によって位置補正係数 $k(n)$ を修正する。

$$k_a(n) = k(n) \times [NB \times p] / L_{r1} \dots\dots (式6)$$

[0066] なお、ボンディングヘッド側エンコーダヘッド31に代えてカメラ側エンコーダヘッド32によってリニアスケール33の目盛番号 $B(s)$ 、 $B(e)$ を検出するようにしてもよい。

[0067] 以上、説明したように、本実施形態の実装装置100は、先に説明した実施形態と同様、ボンディングヘッド20、カメラ25の位置検出精度を向上させてベース10の移動精度を向上させることができる。

[0068] 以上の説明では、実装装置100を例として本発明の実施形態を説明したが、本発明は、フリップチップボンディング装置あるいはダイボンディング装置に限らず、さまざまな装置に適用することが可能である。例えば、ワイヤボンディング装置、工業用ロボット、搬送装置に適用することができる。搬送又は実装する対象物、対象物の大きさ、対象物の技術分野に限らず、あらゆる装置に適用することができる。

符号の説明

[0069] 10 ベース、11 ガイドレール、12 リニアモータ、13 ボンディングステージ、15 半導体ダイ、16 基板、20 ボンディングヘッド、21 ボンディングツール、22 z、31 a、32 a 中心線、25 カメラ、26 z 光軸、31 ボンディングヘッド側エンコーダヘッド、32 カメラ側エンコーダヘッド、33 リニアスケール、34 目盛、45 レーザ距離検出器、50 制御部、61、62 リファレンス部材、100 実装装置。

請求の範囲

[請求項1]

対象物に対して移動体を直線移動させる装置であって、
前記対象物に対して直線移動し、移動方向に所定間隔を空けた第1位置と第2位置とを有する前記移動体と、
前記移動体の前記移動方向に沿って配置され、前記移動方向に沿って所定ピッチで複数の目盛が設けられたスケールと、
前記移動体の前記第1位置に配置され、前記第1位置に対する前記スケールの第1目盛番号を検出する第1検出部と、
前記移動体の前記第2位置に配置され、前記第2位置に対する前記スケールの第2目盛番号を検出する第2検出部と、
前記移動体を前記スケールに沿って移動させながら、逐次、前記第1検出部及び前記第2検出部で前記第1目盛番号及び前記第2目盛番号を検出し、前記所定間隔と、前記第1目盛番号と前記第2目盛番号との間のスケール上の距離との比率に基づいて、前記移動体の移動量を制御する制御部とを備える、
装置。

[請求項2]

請求項1に記載の装置であって、
前記移動体は、半導体ダイを前記対象物に搬送する搬送機構であり、
前記対象物は、搬送された前記半導体ダイが実装される基板又は他の半導体ダイであって、
前記装置は、前記半導体ダイを前記対象物に実装する装置であることを特徴とする、
装置。

[請求項3]

請求項1または2に記載の装置であって、
前記制御部は、前記所定間隔と、前記第1目盛番号と前記第2目盛番号との間のスケール上の距離との比率に基づいて、前記スケールの一端からの所定の目盛数毎の位置補正係数を算出する、

装置。

[請求項4]

請求項 1 または 2 に記載の装置であって、

基準位置からの前記移動体の距離を検出する距離検出器を備え、
前記制御部は、

前記距離検出器によって前記基準位置からの前記移動体の距離を検出しながら前記移動体をリファレンス距離だけ移動させ、前記移動体を前記リファレンス距離だけ移動させる前と移動させた後の前記スケールの目盛番号差を前記第 1 検出部または前記第 2 検出部で検出し、
前記リファレンス距離と前記目盛番号差とに基づいて前記移動量を修正する、

装置。

[請求項5]

請求項 1 に記載の装置であって、

リファレンス距離だけ離間して位置マークが配置されたリファレンス部材と、

前記移動体に設けられ、前記位置マークの画像を取得する画像取得手段と、を備え、

前記制御部は、前記画像取得手段で取得した前記位置マークの画像に基づいて前記移動体を前記リファレンス距離だけ移動させ、移動させた際の前記スケールの目盛番号差を前記第 1 検出部又は前記第 2 検出部により検出し、

前記リファレンス距離と前記目盛番号差とに基づいて前記移動量を修正する、

装置。

[請求項6]

対象物に対して移動体を直線移動させる方法であって、

移動方向に所定間隔を空けた第 1 位置と第 2 位置とを有する前記移動体を前記対象物に対して直線移動させる工程と、

前記移動方向に沿って所定ピッチで複数の目盛が設けられたスケールを前記移動体の前記移動方向に沿って配置する工程と、

前記第 1 位置に対する前記スケールの第 1 目盛番号を検出する第 1 検出部を前記移動体の前記第 1 位置に配置する工程と、

前記第 2 位置に対する前記スケールの第 2 目盛番号を検出する第 2 検出部を前記移動体の前記第 1 位置に配置する工程と、

前記移動体を前記スケールに沿って移動させながら、逐次、前記第 1 検出部及び前記第 2 検出部で前記第 1 目盛番号及び前記第 2 目盛番号を検出し、前記所定間隔と、前記第 1 目盛番号と前記第 2 目盛番号との間のスケール上の距離との比率に基づいて、前記移動体の移動量を制御する工程とを有する、

方法。

[請求項7]

請求項 6 に記載の方法であって、

距離検出器によって基準位置からの前記移動体の距離を検出する工程と、

前記距離検出器によって前記基準位置からの前記移動体の距離を検出しながら前記移動体をリファレンス距離だけ移動させ、前記移動体を前記リファレンス距離だけ移動させる前と移動させた後の前記スケールの目盛番号差を前記第 1 検出部または前記第 2 検出部により検出する工程と、

前記リファレンス距離と前記目盛番号差とに基づいて前記移動量を修正する工程と、

を含む方法。

[請求項8]

請求項 6 に記載の方法であって、

リファレンス距離だけ離間した位置マークをリファレンス部材に配置する工程と

前記移動体に画像取得手段を配置する工程と、

前記画像取得手段によって前記位置マークの画像を取得し、取得した前記位置マークの画像に基づいて前記移動体を前記リファレンス距離だけ移動させる工程と、

前記移動体を前記リファレンス距離だけ移動させた際の前記スケールの目盛番号差を前記第1検出部または前記第2検出部により検出する工程と、

前記リファレンス距離と前記目盛番号差とに基づいて前記移動量を修正する工程と、

を含む方法。