

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボンディング対象のチップに設けられた複数の位置決めパターンの位置をそれぞれ検出して、複数の位置決めパターンと所定の位置関係にあるボンディングパッドの位置を算出し、算出されたボンディングパッドの位置にボンディングを行うボンディング方法において、

位置決めパターンの位置検出の基準とする基準チップについて、複数の位置決めパターンのうち第 1 位置決めパターンを撮像し、これを第 1 基準画像として取得する第 1 基準画像取得工程と、

ボンディング対象のチップについて、その第 1 位置決めパターンを撮像し、これを第 1 対象画像として取得する第 1 対象画像取得工程と、 10

第 1 基準画像の第 1 位置決めパターンと、第 1 対象画像の第 1 位置決めパターンとが重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第 1 位置決めパターンとボンディング対象チップの第 1 位置決めパターンとの間の相対位置関係である第 1 位置関係を算出する第 1 位置関係算出工程と、

基準チップにおける第 1 位置決めパターンに対する、ボンディング対象チップの第 1 位置決めパターンの傾き角度を算出する傾き角度算出工程と、

基準チップについて、第 1 位置決めパターンと所定のパターン間位置関係にある第 2 位置決めパターンを撮像し、これを第 2 基準画像として取得する第 2 基準画像取得工程と、

ボンディング対象のチップについてその第 2 位置決めパターンを撮像する第 2 位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出工程であって、第 1 位置関係と傾き角度と所定のパターン間位置関係と第 1 対象画像取得工程における撮像位置とに基づき、第 2 位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出工程と、 20

算出された第 2 位置決めパターン撮像位置において、ボンディング対象のチップについてその第 2 位置決めパターンを撮像し、これを第 2 対象画像として取得する第 2 対象画像取得工程と、

第 2 基準画像の第 2 位置決めパターンと、第 2 対象画像の第 2 位置決めパターンとが重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第 2 位置決めパターンとボンディング対象チップの第 2 位置決めパターンとの間の相対位置関係である第 2 位置関係を算出する第 2 位置関係算出工程と、 30

を備え、第 1 位置関係と第 2 位置関係に基づいてボンディングパッドの位置を算出しボンディングを行うことを特徴とするボンディング方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のボンディング方法において、

傾き角度算出工程は、

第 1 基準画像を極座標変換するための変換用原点を特定する基準変換用原点特定工程と

、
特定された基準変換用原点を用いて第 1 基準画像を極座標変換し、変換後基準画像を生成する基準画像変換工程と、

算出された第 1 位置関係に基づき、第 1 基準画像における第 1 位置決めパターンと基準変換用原点との位置関係と同じ位置関係で、第 1 対象画像を極座標変換するための変換用原点を特定する対象変換用原点特定工程と、 40

特定された対象変換用原点を用いて第 1 対象画像を極座標変換し、変換後対象画像を生成する対象画像変換工程と、

変換後対象画像における極座標展開された第 1 位置決めパターンと、変換後基準画像における極座標展開された第 1 位置決めパターンとが重なり合うように、両変換後画像を角度軸上で相対的に移動させ、その移動角度量から、基準チップの位置決めパターンとボンディング対象チップの位置決めパターンとの間の相対的傾き角度を算出する相対的傾き角度算出工程と、

を備え、

基準変換用原点特定工程は、

第1基準画像を所定角度回転させた回転画像を取得する回転画像取得工程と、

第1基準画像と回転画像とを相対的に移動させ、第1基準画像の位置決めパターンと回転画像の位置決めパターンとが重なり合うようにパターンマッチングを実行させるパターンマッチング工程と、

を含み、パターンマッチングの結果に基づき、回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている位置決めパターンを撮像した比較対象の画像と回転方向の位置ずれを含まない位置決めパターンを撮像した第1基準画像とのパターンマッチングで検出される両位置決めパターンの間の相対位置関係の誤差が最小となるような基準変換用原点を特定することを特徴とするボンディング方法。

10

【請求項3】

請求項1に記載のボンディング方法において、

傾き角度算出工程は、

第1基準画像を極座標変換するための変換用原点を特定する基準変換用原点特定工程と

、
特定された基準変換用原点を用いて第1基準画像を極座標変換し、変換後基準画像を生成する基準画像変換工程と、

算出された第1位置関係に基づき、第1基準画像における第1位置決めパターンと基準変換用原点との位置関係と同じ位置関係で、第1対象画像を極座標変換するための変換用原点を特定する対象変換用原点特定工程と、

20

特定された対象変換用原点を用いて第1対象画像を極座標変換し、変換後対象画像を生成する対象画像変換工程と、

変換後対象画像における極座標展開された第1位置決めパターンと、変換後基準画像における極座標展開された第1位置決めパターンとが重なり合うように、両変換後画像を角度軸上で相対的に移動させ、その移動角度量から、基準チップの位置決めパターンとボンディング対象チップの位置決めパターンとの間の相対的傾き角度を算出する相対的傾き角度算出工程と、

を備え、

基準変換用原点特定工程は、

第1基準画像内の任意の位置に回転中心点を複数設定する回転中心点設定工程と、

30

各回転中心点のそれぞれについて、第1基準画像を所定角度回転させた回転画像を取得する回転画像取得工程と、

各回転画像のそれぞれについて、その位置決めパターンと第1基準画像の位置決めパターンとの間の重なり程度を示すパターン一致量を算出する一致量算出手段と、

を含み、パターン一致量が最大値から所定範囲内にある回転中心又はその近傍領域内の点を、回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている位置決めパターンを撮像した比較対象の画像と回転方向の位置ずれを含まない位置決めパターンを撮像した第1基準画像とのパターンマッチングで検出される両位置決めパターンの間の相対位置関係の誤差が最小となるような基準変換用原点を特定することを特徴とするボンディング方法。

【請求項4】

40

請求項1に記載のボンディング方法において、

第2対象画像取得工程は、第1対象画像取得工程における撮像範囲より狭い撮像範囲で第2位置決めパターンを撮像することを特徴とするボンディング方法。

【請求項5】

ボンディング対象のチップに設けられた複数の位置決めパターンの位置をそれぞれ検出して、複数の位置決めパターンと所定の位置関係にあるボンディングパッドの位置を算出し、算出されたボンディングパッドの位置にボンディングを行うボンディング装置において、

位置決めパターンの位置検出の基準とする基準チップについて、複数の位置決めパターンのうち第1位置決めパターンを撮像し、これを第1基準画像として取得する第1基準画

50

像取得手段と、

ボンディング対象のチップについて、その第1位置決めパターンを撮像し、これを第1対象画像として取得する第1対象画像取得手段と、

第1基準画像の第1位置決めパターンと、第1対象画像の第1位置決めパターンとが重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第1位置決めパターンとボンディング対象チップの第1位置決めパターンとの間の相対位置関係である第1位置関係を算出する第1位置関係算出手段と、

基準チップにおける第1位置決めパターンに対する、ボンディング対象チップの第1位置決めパターンの傾き角度を算出する傾き角度算出手段と、

基準チップについて、第1位置決めパターンと所定のパターン間位置関係にある第2位置決めパターンを撮像し、これを第2基準画像として取得する第2基準画像取得手段と、 10

ボンディング対象のチップについてその第2位置決めパターンを撮像する第2位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出工程であって、第1位置関係と傾き角度と所定のパターン間位置関係と第1対象画像取得工程における撮像位置とに基づき、第2位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出手段と、

算出された第2位置決めパターン撮像位置において、ボンディング対象のチップについてその第2位置決めパターンを撮像し、これを第2対象画像として取得する第2対象画像取得手段と、

第2基準画像の第2位置決めパターンと、第2対象画像の第2位置決めパターンとが重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第2位置決めパターンとボンディング対象チップの第2位置決めパターンとの間の相対位置関係である第2位置関係を算出する第2位置関係算出手段と、 20

を備え、第1位置関係と第2位置関係に基づいてボンディングパッドの位置を算出しボンディングを行うことを特徴とするボンディング装置。

【請求項6】

請求項5に記載のボンディング装置において、

傾き角度算出手段は、

第1基準画像を極座標変換するための変換用原点を特定する基準変換用原点特定手段と

、
特定された基準変換用原点を用いて第1基準画像を極座標変換し、変換後基準画像を生成する基準画像変換手段と、 30

算出された第1位置関係に基づき、第1基準画像における第1位置決めパターンと基準変換用原点との位置関係と同じ位置関係で、第1対象画像を極座標変換するための変換用原点を特定する対象変換用原点特定手段と、

特定された対象変換用原点を用いて第1対象画像を極座標変換し、変換後対象画像を生成する対象画像変換手段と、

変換後対象画像における極座標展開された第1位置決めパターンと、変換後基準画像における極座標展開された第1位置決めパターンとが重なり合うように、両変換後画像を角度軸上で相対的に移動させ、その移動角度量から、基準チップの位置決めパターンとボンディング対象チップの位置決めパターンとの間の相対的傾き角度を算出する相対的傾き角度算出手段と、 40

を備え、

基準変換用原点特定手段は、

第1基準画像を所定角度回転させた回転画像を取得する回転画像取得手段と、

第1基準画像と回転画像とを相対的に移動させ、第1基準画像の位置決めパターンと回転画像の位置決めパターンとが重なり合うようにパターンマッチングを実行させるパターンマッチング手段と、

を含み、パターンマッチングの結果に基づき、回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている位置決めパターンを撮像した比較対象の画像と回転方向の位置ずれを含まない位置決めパターンを撮像した第1基準画像とのパターンマッチングで検出される両位置決 50

めパターンの中の相対位置関係の誤差が最小となるような基準変換用原点を特定することを特徴とするボンディング装置。

【請求項7】

ボンディング対象のチップに設けられた複数の位置決めパターンの位置をそれぞれ検出して、複数の位置決めパターンと所定の位置関係にあるボンディングパッドの位置を算出し、算出されたボンディングパッドの位置にボンディングを行うボンディング装置に実行させるボンディングプログラムであって、

位置決めパターンの位置検出の基準とする基準チップについて、複数の位置決めパターンのうち第1位置決めパターンを撮像し、これを第1基準画像として取得する第1基準画像取得処理手順と、

10

ボンディング対象のチップについて、その第1位置決めパターンを撮像し、これを第1対象画像として取得する第1対象画像取得処理手順と、

第1基準画像の第1位置決めパターンと、第1対象画像の第1位置決めパターンとが重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第1位置決めパターンとボンディング対象チップの第1位置決めパターンとの間の相対位置関係である第1位置関係を算出する第1位置関係算出処理手順と、

基準チップにおける第1位置決めパターンに対する、ボンディング対象チップの第1位置決めパターンの傾き角度を算出する傾き角度算出処理手順と、

基準チップについて、第1位置決めパターンと所定のパターン間位置関係にある第2位置決めパターンを撮像し、これを第2基準画像として取得する第2基準画像取得処理手順と、

20

ボンディング対象のチップについてその第2位置決めパターンを撮像する第2位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出工程であって、第1位置関係と傾き角度と所定のパターン間位置関係と第1対象画像取得工程における撮像位置とに基づき、第2位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出処理手順と、

算出された第2位置決めパターン撮像位置において、ボンディング対象のチップについてその第2位置決めパターンを撮像し、これを第2対象画像として取得する第2対象画像取得処理手順と、

第2基準画像の第2位置決めパターンと、第2対象画像の第2位置決めパターンとが重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第2位置決めパターンとボンディング対象チップの第2位置決めパターンとの間の相対位置関係である第2位置関係を算出する第2位置関係算出処理手順と、

30

を備え、第1位置関係と第2位置関係に基づいてボンディングパッドの位置を算出しボンディングを実行させることを特徴とするボンディングプログラム。

【請求項8】

請求項7に記載のボンディングプログラムにおいて、

傾き角度算出処理手順は、

第1基準画像を極座標変換するための変換用原点を特定する基準変換用原点特定工程と

、
特定された基準変換用原点を用いて第1基準画像を極座標変換し、変換後基準画像を生成する基準画像変換処理手順と、

40

算出された第1位置関係に基づき、第1基準画像における第1位置決めパターンと基準変換用原点との位置関係と同じ位置関係で、第1対象画像を極座標変換するための変換用原点を特定する対象変換用原点特定処理手順と、

特定された対象変換用原点を用いて第1対象画像を極座標変換し、変換後対象画像を生成する対象画像変換処理手順と、

変換後対象画像における極座標展開された第1位置決めパターンと、変換後基準画像における極座標展開された第1位置決めパターンとが重なり合うように、両変換後画像を角度軸上で相対的に移動させ、その移動角度量から、基準チップの位置決めパターンとボンディング対象チップの位置決めパターンとの間の相対的傾き角度を算出する相対的傾き角

50

度算出処理手順と、

を備え、

基準変換用原点特定処理手順は、

第1基準画像を所定角度回転させた回転画像を取得する回転画像取得処理手順と、

第1基準画像と回転画像とを相対的に移動させ、第1基準画像の位置決めパターンと回転画像の位置決めパターンとが重なり合うようにパターンマッチングを実行させるパターンマッチング処理手順と、

を含み、パターンマッチングの結果に基づき、回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている位置決めパターンを撮像した比較対象の画像と回転方向の位置ずれを含まない位置決めパターンを撮像した第1基準画像とのパターンマッチングで検出される両位置決めパターンとの間の相対位置関係の誤差が最小となるような基準変換用原点を特定する処理を実行させることを特徴とするボンディングプログラム。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ボンディングに係り、特にボンディング対象のチップに設けられた複数の位置決めパターンの位置をそれぞれ検出して、複数の位置決めパターンと所定の位置関係にあるボンディングパッドの位置を算出し、算出されたボンディングパッドの位置にボンディングを行うボンディング方法、ボンディング装置及びボンディングプログラムに関する 20

【背景技術】

【0002】

チップに配置された複数のボンディングパッドと、チップを搭載した回路基板等に設けられた複数のボンディングリードとの間のワイヤボンディングにおいては、各ボンディングパッドの位置及び各ボンディングリードの位置にボンディング用ツールを移動させてワイヤのボンディングが実行される。チップの小型化、高集積化が進むにつれ、ボンディングパッドの寸法が小さくなりその間隔が狭まってくるので、各ボンディングパッドの位置の正確な特定が必要になる。そのために、ボンディングパッドやボンディングに用いられる位置決めパターンの位置検出が行われている。 30

【0003】

しかし、チップが回転方向にずれて配置されると位置決めパターン等に傾きが生じ、正確な位置検出が行われず、ワイヤボンディングが正しく実行されない。特許文献1には予め用意された基準画像と対象画像との間のパターンマッチングを行うに当たり、回転がある場合には各パターンマッチングごとに基準画像を0から順次360°まで回転させ、各角度についてパターンマッチングを繰り返し、これによって最も一致する場所及び角度を判定することが記載されている。

【0004】

また、特許文献2には、撮像により得られた対象画像信号から照合すべき方形領域を抽出し、抽出した方形領域に含まれる画像信号について、方形領域の角を原点として極座標の画像信号に変換し、所定角度ごとの径方向パターンと、予め作成されかつ極座標変換された基準画像の基準角度における径方向パターンとを順次照合して、対象画像の照合角度を算出することが開示されている。 40

【0005】

また、特許文献3には、比較対象が回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている場合にも、演算量が膨大となりがちな回転方向のパターンマッチングを行うことなく、高精度の位置検出を行うものとして、耐回転基準点の考えを開示している。ここで耐回転基準点とは、特許文献3によれば、回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている比較対象を撮像した比較対象画像と基準画像とのパターンマッチングで検出される比較対象の位置の誤差が最小になるような点である。なお、特許文献3ではパターンマッチングの方 50

法の1つとして正規化相関演算を用いることが記載されている。そして、耐回転基準点を算出する方法として以下の実施形態が示されている。

【0006】

第1の実施形態は次のようにして耐回転基準点を算出する。すなわち、基準画像の1つの角を中心として+Q°回転させた回転画像を生成し、その回転画像と基準画像との間のパターンマッチングにより最も一致する点の座標(X₁, Y₁)を求める。同様にして-Q°回転させた回転画像を生成し、その回転画像と基準画像との間のパターンマッチングにより最も一致する点の座標(X₂, Y₂)を求める。この2つの点の座標(X₁, Y₁), (X₂, Y₂)と角度Q°と、回転の中心とした角の点の座標(XC1, YC1)を用いて、耐回転基準点の座標(AX1, AY1)は、次の式(1)-(4)で表される。

10

$$AX1 = XC1 + r \cdot \cos \quad (1)$$

$$AY1 = YC1 + r \cdot \sin \quad (2)$$

$$\text{ここで、} \theta = \tan^{-1} \{ (X_2 - X_1) / (Y_1 - Y_2) \} \quad (3)$$

$$r = \{ (X_2 - X_1)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 \} / 2 \sin Q \quad (4)$$

である。この方法で求められる耐回転基準点は、用いられるパターンが対象形の場合はその対象中心となる。例えば、円の場合は円の中心点が耐回転基準点となり、正方形のときはその中心点が耐回転基準点となる。

【0007】

第2の実施形態は、より簡便な耐回転基準点の算出方法である。すなわち、基準画像内に複数の回転中心点を設定する。そして、各回転中心点を中心として基準画像を+Q°回転させる。回転して得られる各回転画像と基準画像との間の一致量をそれぞれ算出する。そして、複数の回転中心点の中で一致量が比較的大きい回転中心点を耐回転基準点とするものである。この場合、用いられるパターンの中心付近に設定された回転中心点が耐回転基準点となる。

20

【0008】

このようにして耐回転基準点の座標を算出し、これをボンディングのアライメント点、すなわちボンディング位置決め点とすることで、回転方向のパターンマッチングを行うことなく、ボンディングに用いる点の座標を高精度に求めることができることが述べられている。

【0009】

30

【特許文献1】特開昭63-56764号公報

【特許文献2】特許第2864735号公報

【特許文献3】特開2002-208010号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

1. ワイヤボンディング高速化

位置決めパターン等の位置検出について、ワイヤボンディングの高速化が要求されてくるにつれ、以下のように新しい技術が開発され、それに伴い新しい課題が出てきている。

【0011】

40

例えば、LSIが大規模化するとボンディングパッドの数が増大し、これらすべてのパッドについて一々位置検出をしては時間がかかる。そこで、チップの表面にできるだけ離隔させて少なくとも2つの位置決め用パターンのみを位置検出し、これらの位置に基づき、他のボンディングパッドの位置を計算で割り出し、その計算上の位置をボンディング目標位置とすることが行われる。

【0012】

また、多くの種類のチップについてワイヤボンディングを行う場合には、その種類に応じたチップ上の位置決めパターン及びボンディングパッドの配置を記憶し、読み出すのも煩雑である。そこで、チップの種類が変更になる際には、その種類のチップについて基準となる基準チップを用意し、その基準チップについて位置決めパターン及びボンディング

50

パッドの配置関係をトレーニングして記憶し、次にランニング状態としてボンディング対象のチップについて位置決めパターンを撮像し、基準チップの撮像画像とのパターンマッチングから位置検出を行うことも行われる。

【0013】

さらに高速化が求められると、複数の位置決めパターンを同一視野でパターン認識するには相当の処理時間を要するため、各位置決めパターンの近傍のみ撮像し、それに基づいてパターンマッチングを行い位置検出することが行われる。

【0014】

このように高速化が進むと、いかに短時間で複数の位置決めパターンを識別し、その位置を検出するかがワイヤボンディング装置の重要な性能となってくる。

10

【0015】

2. 位置決めパターンの傾きと高速化の関係

このときに、チップの回転方向のずれ、すなわち傾きがあると、位置検出の高速化の妨げとなることが判明してきている。その様子を基準チップとボンディングチップの撮像画像との関係を示す図1と図2を用いて説明する。図1は基準チップ200に対しボンディング対象チップ230が傾いていない場合、図2は基準チップ200に対しボンディング対象チップ230が傾いている場合である。これらの図において、位置決めパターン202, 212, 232, 252は、チップ200, 230の左上隅と右下隅に配置されている。

【0016】

基準チップ200についてのトレーニングについて述べると、左上隅に配置される第1位置決めパターン202を含んで第1基準画像204が撮像され、同様に右下隅に配置される第1位置決めパターン212を含んで第2基準画像214が撮像される。これらの撮像位置をワイヤボンディング装置が検出し、それぞれ第1基準画像の中心位置206及び第2基準画像の中心位置216として記憶される。これらの中心位置は、第1位置決めパターン202の位置及び第2位置決めパターン212の位置として扱われ、これらに基づいて図示されていない多数のボンディングパッドの各位置が割り出される。

20

【0017】

トレーニングが終了するとランニング工程としてボンディング対象チップ230の位置決めパターンの検出が行われる。最初に、基準チップ200の第1位置決めパターン202を撮像した位置において、ボンディング対象チップ230が撮像される。図1に示すようにその撮像範囲220にボンディング対象チップ230の一部が観察される。この撮像範囲220は、上記高速化及び精度を確保するための光学倍率の高倍化の要求のため狭い範囲に限られ、ボンディング対象チップ230の第2位置決めパターン252は観察されない。撮像されたボンディング対象チップ230の第1位置決めパターン232の位置は、基準チップ200の第1位置決めパターン202の位置206に対しずれている。ボンディング対象チップ230の第1位置決めパターン232の位置は、パターンマッチングにより、第1基準画像204をその位置206から平行移動させ、その第1位置決めパターン202とボンディング対象チップ230の第1位置決めパターン232とが最もよく重なり合う第1基準画像の移動位置236をもって定めることができる。

30

40

【0018】

次に、ボンディング対象230の第2位置決めパターンを撮像するため、カメラを移動させなければならない。このときに得ている情報は、トレーニングにおいて取得した情報、すなわち基準チップ200の第1位置決めパターン202の位置206と第2位置決めパターン212の位置216及びこれに基づいて算出される各ボンディングパッドの位置の外は、ボンディング対象チップ230の第1位置決めパターンの位置236のみである。そこで、図1に示すように、点236、点206、点216を平行四辺形を構成する3点として、残りの1点246を算出し、これをもってボンディング対象チップ230の第2位置決めパターンの位置と考え、この位置にカメラの撮像範囲240の中心を移動することが行われる。

50

【0019】

図1の場合は、ボンディング対象チップ230が傾いていないので、上記カメラの移動は問題がなく、高速にカメラ移動がなされてボンディング対象チップ230の第2位置決めパターンの撮像が行われることになる。図2のようにボンディング対象チップ230が傾いていると、真実の第2位置決めパターン252の位置256は、移動したカメラの撮像範囲240の外になることがある。特に撮像範囲を狭くして高速化を図ろうとすると、この傾きの影響で、移動したカメラの撮像範囲に、撮像しようとする第2位置決めパターン252が捕捉できないことが多くなる可能性がある。撮像範囲240の中に第2位置決めパターン252が捕捉されないと、例えば認識エラーで装置が停止した後にオペレータがカメラ視野を見ながら探索を行い、第2位置決めパターンを捕捉できる位置を求めると、大幅に処理時間が長くなる。そこで撮像範囲を広く取ると、パターンマッチング等の処理時間が長くなってしまう。また、撮像範囲を広くするためには光学倍率を低くする必要があり、光学倍率の低下に伴い精度も低下するという問題がある。さらに、2点目の視野内に基準パターンと類似したパターンが存在する場合は、類似したパターンでパターンマッチングしてしまうという誤検出が発生する場合があります、この誤検出によりチップ上の所望するパッドの位置にボンディングすることができず、不良品を作ってしまうという問題がある。

10

【0020】

3. 従来技術の対応

このようにチップの回転方向のずれ、すなわち傾きがあると、次の位置決めパターンの撮像位置への移動の高速化が妨げられ、ワイヤボンディング装置の生産性の向上が図れない。これに対し、上記特許文献1-3に記載される従来技術は、撮像された画像を対象としてその傾き角度検出や位置検出を行うものである。したがっていずれの技術も、次の撮像位置における位置決めパターンの捕捉については述べていない。

20

【0021】

また、特許文献1-2は傾き角度の検出について述べているが、その傾き角度と次の撮像位置における位置決めパターンの捕捉との関係について述べていない。特許文献2における極座標変換を用いて角度検出を行う方法は、その原点のとり方で傾き角度の検出精度が大きく左右される。例えば、位置決めパターンが円形の場合は、その円形の中心を極座標展開の原点とすれば再現よく極座標展開を行うことができるが、展開パターンの角度依存性がなく、事実上角度検出ができない。位置決めパターンが非対象形の場合は、極座標展開の原点をどこにするかによって展開パターンの様子が異なり、それにより角度検出精度が左右される。特許文献2では、方形領域の4つの角についてそれぞれ極座標変換し、それに基づき傾き角度を求めることを提案しているが、処理時間が長くなる。

30

【0022】

また、特許文献3においては、耐回転基準点を算出し、これをもってボンディングの位置決め点とする方法は、その位置を高精度で求めることができるが、位置決めパターンの傾き角度を求めることができない。

【0023】

このように、従来技術においては、位置決めパターンが傾き角度を有する場合に、次の撮像位置にいかにか速く移動するかについて課題が残されている。

40

【0024】

本発明の目的は、かかる従来技術の課題を解決し、位置決めパターンが傾き角度を有する場合でも、次の撮像位置により高速に移動することを可能とするボンディング方法、ボンディング装置及びボンディングプログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0025】

本発明は、一方の位置決めパターンの傾き角度と、次の位置決めパターンの撮像位置との関係を明らかにする手段を考案したことと、この傾き角度の精度がよいほど位置決め処理時間を短縮できることに着目して、極座標変換を用いて傾き角度を検出するに当たり、

50

原点をどこにとれば精度がよくなるか、を検討した結果に基づくものである。最初に、傾き角度と次の撮像位置との関係を明らかにする手段について説明し、次に傾き角度の精度向上についての原理を説明する。

【0026】

1. 傾き角度と撮像位置との関係

図3は、図2と同様な配置関係において、基準チップ200の第1位置決めパターン202の位置206の座標 (X_1, Y_1) と第2位置決めパターン212の位置216の座標 (X_2, Y_2) と、ボンディング対象チップ230の第1位置決めパターン232の位置236の座標 (X_3, Y_3) の3つのデータから、次に撮像する撮像範囲250の中心位置であるボンディング対象チップ230の第2位置決めパターンの位置256の座標 (X_4, Y_4) を求める様子を示す図である。X軸、Y軸は図3に示す方向に取ってある。

10

【0027】

ここで、基準チップ200における第1位置決めパターン202の位置座標 (X_1, Y_1) と第2位置決めパターン212の位置216の位置座標 (X_2, Y_2) とを結ぶ線分の長さ L と、その線分のX軸に対する角度 θ_2 とが予めわかっているものとし、また、ボンディング対象チップ230の第1位置決めパターン232の傾き角度 θ_1 が従来技術を用いて求められているものとする。

【0028】

したがって、ボンディング対象チップ230における第1位置決めパターン232の位置236の座標 (X_3, Y_3) と第2位置決めパターン252の位置256の座標 (X_4, Y_4) とを結ぶ線分のX軸に対する角度を θ_1 とすれば、次の関係式が成り立つ。

20

$$\theta_1 = \theta_2 + \alpha \quad (5)$$

$$\theta_2 = \arctan \{ (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \} \quad (6)$$

$$L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \quad (7)$$

$$X_4 = X_3 + L \cos \theta_1 \quad (8)$$

$$Y_4 = Y_3 + L \sin \theta_1 \quad (9)$$

【0029】

このようにして、ボンディング対象チップ230の第1位置決めパターン232の傾き角度 θ_1 の検出を行い、それに基づき式(5) - (9)の演算を実行することで、次の撮像範囲250の中心位置座標である (X_4, Y_4) を得ることができる。この位置にカメラを高速に移動することで、ボンディング対象チップ230の第1位置決めパターン232が傾いていても、次の位置決めパターン252をカメラの撮像範囲の中央に捕捉することができる。

30

【0030】

2. 傾き角度の精度向上の原理

上記の傾き角度と撮像位置との関係を用いることで次の位置決めパターン252をカメラの撮像範囲の中央に捕捉することができるが、傾き角度の検出精度がよいほど、撮像範囲のより中央に捕捉できる。すなわち、撮像範囲をより狭くしてもその範囲に次の位置決めパターン252を捕捉でき、位置決めに要する処理時間をより短縮できることになる。そこで次に、傾き角度の精度向上につき述べる。

40

【0031】

本発明は、極座標変換を用いて角度検出するに当たり、原点をどこにとれば精度がよくなるか、を検討した結果に基づくものである。従来技術で述べたように、極座標変換するに当たっては原点の取り方で精度が左右される。そこで、回転があっても左右されにくい点を検討したところ、特許文献3の耐回転基準点に思いが至った。同文献の耐回転基準点は、角度を求めるために用いられていないが、上記のように、「回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている比較対象を撮像した比較対象画像と基準画像とのパターンマッチングで検出される比較対象の位置の誤差が最小になるような点」である。

【0032】

したがって、回転があっても左右されにくい点と考えることができ、この点を極座標変

50

換の原点に用いることで、非対称パターンについても安定した極座標変換ができるのではないかと考えたものである。その検討結果、耐回転基準点を極座標変換の原点とすることで、演算量を少なくしながら、精度良く傾き角度を検出できることがわかった。以下に図面を用いて詳しく説明する。

【0033】

最初に、通常のパターンマッチングで求められる位置基準点を極座標変換の原点としても、十分な精度で傾き角度を求めることが困難であることを図4から図7を用いて説明し、次に耐回転基準点を極座標変換の原点とすると、傾き角度が精度よく求められることを図8から図10を用いて説明する。

【0034】

図4は、位置決めパターン P_0 を含んで撮像した基準画像10の様子を示す図である。例えば、位置決めの基準として用いられる基準チップを基準の位置においてその位置決めパターン P_0 を撮像したものが基準画像10として用いられる。図4の例では、位置決めパターン P_0 は基準画像の縦方向の軸、横方向の軸に平行な正方形パターンとして撮像されている。位置決めパターン P_0 の位置を示すものとして、例えば基準画像10の中心位置 2_0 をとることができる。なお、ここで「位置決めパターン P_0 」といているのは、画像そのものを位置決めするための位置決めパターンではなく、画像の中における撮像された位置決めパターンの部分のことであるが、これを省略して、単に位置決めパターンと呼ぶことにしたものである。したがって、以下において「位置決めパターン」と記載されているときは、撮像前におけるチップの表面の位置決めパターンを示す場合と、これを撮像した後の画像内における撮像された位置決めパターンの部分をさす場合とがある。

【0035】

図5(a)は、比較対象である傾いて配置された位置決めパターン P_2 を撮像した様子を示す図である。カメラで撮像すると、傾いて配置された位置決めパターン P_2 のみが得られるが、図5(a)において図4に対応する画像領域を画像領域12として示し、その画像領域12の中心位置を 2_2 として示した。画像領域12、中心位置 2_2 は位置決めパターンの傾きに連動して変化するので、図5(a)の中心位置 2_2 は、傾いて配置された位置決めパターン P_2 の真の位置を表していることになる。

【0036】

図5(b)は、比較対象の位置決めパターン P_2 の位置をパターンマッチングで求めるとどうなるかを説明する図である。パターンマッチングでは、基準画像10をその縦方向軸及び横方向軸に平行に移動させ、その位置決めパターン P_0 と、傾いて配置された位置決めパターン P_2 とが重なり合うようにする。相互に傾いているので、位置決めパターン同士は完全に重ならないが、最も重なったところで移動を止める。図5(b)では、そのときの移動後の位置決めパターン P_4 と基準画像14と中心位置 2_4 が示されている。パターンマッチングでは、このときの中心位置 2_4 を、比較対象の位置決めパターン P_2 の位置を示すものとされる。すなわち、位置決めの基準とされる中心位置 2_0 と、このようにしてパターンマッチングにより得られる中心位置 2_4 との差が、基準画像の位置決めパターン P_0 と比較対象の位置決めパターン P_2 との位置ずれを示すものとされる。

【0037】

図5(b)に示すように、パターンマッチングで比較対象の位置決めパターン P_2 の位置とされる中心位置 2_4 は、比較対象の位置決めパターン P_2 の真の位置である中心位置 2_2 とは異なる。仮に、比較対象の位置決めパターンが傾いていなければ、このような相違は生じないが、比較対象の位置決めパターンが傾いて配置されると、このようにパターンマッチングで求められる比較対象の位置は、真の位置と相違が生ずる。

【0038】

図6と図7に、位置決めパターン P_0 、 P_2 の極座標変換を行った様子を示す。図6(a)、図7(a)は極座標変換前の位置決めパターン P_0 、 P_2 を示し、図6(b)、図7(b)は極座標変換後の位置決めパターン P_6 、 P_8 を、半径 r 方向軸と角度 θ 方向軸で示したものである。図6(a)、(b)は、基準画像10の位置決めパターン P_0 を極座標変

10

20

30

40

50

換する様子を示す。極座標変換の原点は、図4で説明した中心位置20を用いている。図7(a), (b)は、傾いて配置される位置決めパターン P_2 を極座標変換する様子を示し、このときの極座標変換の原点は、図5で説明したパターンマッチングで得られる中心位置24を用いた。

【0039】

極座標変換後の位置決めパターン P_6 , P_8 の比較から位置決めパターン P_0 , P_2 の間の相対的な傾き角度が求められる。すなわち、角度方向軸に沿って両位置決めパターン P_6 , P_8 を相対的に移動させ、その位置決めパターンが最も重なりあう位置で止め、その移動角度に基づいて傾き角度を求めることができる。しかし、図6(b)の位置決めパターン P_6 と図7(b)の位置決めパターン P_8 とは、そのパターンの様子がかかなり異なり、角度軸上においてパターンマッチングを行っても十分な精度で傾き角度を求めることができない。仮に、図7(a)において、極座標変換の原点を図5で説明した真の位置を示す中心位置22としたとすれば、その極座標変換した後の位置決めパターンの様子は図6(b)に近いものとなり、傾き角度をある程度の精度で求められることが予想できる。しかしながら、図5で説明した中心位置22の算出には、位置決めパターン P_2 の傾きが必要となるので、問題が循環して解決が困難である。

10

【0040】

このように、極座標変換の原点をどこにするかにより、極座標変換したパターンが大きく変化し、角度検出精度がこれにより左右される。そして、上記のように、比較対象の位置決めパターンが傾いて配置される場合には、通常のパターンマッチングで求められる位置をそのまま極座標変換の原点に用いても、傾き角度を満足な精度で求めることができない。

20

【0041】

次に、耐回転基準点を極座標変換の原点とする場合を説明する。比較しやすいように、位置決めパターンは、図6、図7で説明したものと同一とする。この場合、位置決めパターンは正方形であるので、特許文献3の2つの実施形態のいずれを用いても、その耐回転基準点は正方形パターンの中心点となる。なお、位置決めパターンが非対称形であっても、特許文献3の2つの実施形態に従って耐回転基準点を求め、これを極座標変換の原点とすれば、以下と同様の結果が得られる。

【0042】

図8、図9に、位置決めパターン P_0 , P_2 について、その耐回転基準点を原点26として極座標変換を行った様子を示す。図8(a)、図9(a)は極座標変換前の位置決めパターン P_0 , P_2 を示し、図8(b)、図9(b)は極座標変換後の位置決めパターン P_{10} , P_{12} を半径 r 方向軸と角度方向軸で示したものである。図8(a), (b)は、基準画像10の位置決めパターン P_0 を極座標変換する様子を示し、図9(a), (b)は、傾いて配置される位置決めパターン P_2 を極座標変換する様子を示す。これらの極座標変換の原点26, 28は、上記のように、共に位置決めパターン P_0 , P_2 の正方形の中心である。

30

【0043】

図10は、このようにして得られた基準画像10に対する極座標変換後の画像と、比較対象の極座標変換後の画像とを、同じ角度軸上に並べて示したものである。このように、極座標変換後の位置決めパターン P_{10} と P_{12} とは比較しやすい形状をしており、その対比から角度軸方向の偏差が求まり、これが位置決めパターン P_0 に対する位置決めパターン P_2 の傾き角度となる。

40

【0044】

なお、比較対象についての極座標変換は 360° にわたって行うが、基準画像10については、図10から理解できるように、傾き角度に対し十分大きい角度範囲について極座標変換を行えば足り、必ずしも 360° にわたって行う必要がない。例えば、傾き角度を θ_0 以内で検出しようとするときは、 $(360^\circ - 2\theta_0)$ の角度範囲で座標変換を行うものとすることができる。また、極座標変換の半径 r は任意でよいが、あまり小さ

50

い値に設定すると、位置決めパターン P_0 、 P_2 からの情報量が少なくなり、傾き角度の検出精度に影響が出る場合がある。好ましくは、位置決めパターン P_0 、 P_2 がすべて収まる最小の半径に設定することがよい。このように極座標変換する角度範囲、半径を最小に抑えることで、極座標変換後の画像についてのパターンマッチングの処理時間を短縮することができる。

【0045】

以上説明したように、耐回転基準点を極座標変換の原点とすることで、演算量を少なくしながら、精度良く傾き角度を検出できることがわかった。

【0046】

3. 課題解決手段

本発明に係るボンディング方法は、ボンディング対象のチップに設けられた複数の位置決めパターンの位置をそれぞれ検出して、複数の位置決めパターンと所定の位置関係にあるボンディングパッドの位置を算出し、算出されたボンディングパッドの位置にボンディングを行うボンディング方法において、位置決めパターンの位置検出の基準とする基準チップについて、複数の位置決めパターンのうち第1位置決めパターンを撮像し、これを第1基準画像として取得する第1基準画像取得工程と、ボンディング対象のチップについて、その第1位置決めパターンを撮像し、これを第1対象画像として取得する第1対象画像取得工程と、第1基準画像の第1位置決めパターンと、第1対象画像の第1位置決めパターンとが重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第1位置決めパターンとボンディング対象チップの第1位置決めパターンとの間の相対位置関係である第1位置関係を算出する第1位置関係算出工程と、基準チップにおける第1位置決めパターンに対する、ボンディング対象チップの第1位置決めパターンの傾き角度を算出する傾き角度算出工程と、基準チップについて、第1位置決めパターンと所定のパターン間位置関係にある第2位置決めパターンを撮像し、これを第2基準画像として取得する第2基準画像取得工程と、ボンディング対象のチップについてその第2位置決めパターンを撮像する第2位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出工程であって、第1位置関係と傾き角度と所定のパターン間位置関係と第1対象画像取得工程における撮像位置とに基づき、第2位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出工程と、算出された第2位置決めパターン撮像位置において、ボンディング対象のチップについてその第2位置決めパターンを撮像し、これを第2対象画像として取得する第2対象画像取得工程と、第2基準画像の第2位置決めパターンと、第2対象画像の第2位置決めパターンとが重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第2位置決めパターンとボンディング対象チップの第2位置決めパターンとの間の相対位置関係である第2位置関係を算出する第2位置関係算出工程と、を備え、第1位置関係と第2位置関係に基づいてボンディングパッドの位置を算出しボンディングを行うことを特徴とする。

【0047】

また、傾き角度算出工程は、第1基準画像を極座標変換するための変換用原点を特定する基準変換用原点特定工程と、特定された基準変換用原点を用いて第1基準画像を極座標変換し、変換後基準画像を生成する基準画像変換工程と、算出された第1位置関係に基づき、第1基準画像における第1位置決めパターンと基準変換用原点との位置関係と同じ位置関係で、第1対象画像を極座標変換するための変換用原点を特定する対象変換用原点特定工程と、特定された対象変換用原点を用いて第1対象画像を極座標変換し、変換後対象画像を生成する対象画像変換工程と、変換後対象画像における極座標展開された第1位置決めパターンと、変換後基準画像における極座標展開された第1位置決めパターンとが重なり合うように、両変換後画像を角度軸上で相対的に移動させ、その移動角度量から、基準チップの位置決めパターンとボンディング対象チップの位置決めパターンとの間の相対的傾き角度を算出する相対的傾き角度算出工程と、を備え、基準変換用原点特定工程は、第1基準画像を所定角度回転させた回転画像を取得する回転画像取得工程と、第1基準画像と回転画像とを相対的に移動させ、第1基準画像の位置決めパターンと回転画像の位置

10

20

30

40

50

決めパターンとが重なり合うようにパターンマッチングを実行させるパターンマッチング工程と、を含み、パターンマッチングの結果に基づき、回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている位置決めパターンを撮像した比較対象の画像と回転方向の位置ずれを含まない位置決めパターンを撮像した第1基準画像とのパターンマッチングで検出される両位置決めパターンの間の相対位置関係の誤差が最小となるような基準変換用原点を特定することが好ましい。

【0048】

また、傾き角度算出工程は、第1基準画像を極座標変換するための変換用原点を特定する基準変換用原点特定工程と、特定された基準変換用原点を用いて第1基準画像を極座標変換し、変換後基準画像を生成する基準画像変換工程と、算出された第1位置関係に基づき、第1基準画像における第1位置決めパターンと基準変換用原点との位置関係と同じ位置関係で、第1対象画像を極座標変換するための変換用原点を特定する対象変換用原点特定工程と、特定された対象変換用原点を用いて第1対象画像を極座標変換し、変換後対象画像を生成する対象画像変換工程と、変換後対象画像における極座標展開された第1位置決めパターンと、変換後基準画像における極座標展開された第1位置決めパターンとが重なり合うように、両変換後画像を角度軸上で相対的に移動させ、その移動角度量から、基準チップの位置決めパターンとボンディング対象チップの位置決めパターンとの間の相対的傾き角度を算出する相対的傾き角度算出工程と、を備え、基準変換用原点特定工程は、第1基準画像内の任意の位置に回転中心点を複数設定する回転中心点設定工程と、各回転中心点のそれぞれについて、第1基準画像を所定角度回転させた回転画像を取得する回転画像取得工程と、各回転画像のそれぞれについて、その位置決めパターンと第1基準画像の位置決めパターンとの間の重なり程度を示すパターン一致量を算出する一致量算出手段と、を含み、パターン一致量が最大値から所定範囲内にある回転中心又はその近傍領域内の点を、回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている位置決めパターンを撮像した比較対象の画像と回転方向の位置ずれを含まない位置決めパターンを撮像した第1基準画像とのパターンマッチングで検出される両位置決めパターンの間の相対位置関係の誤差が最小となるような基準変換用原点を特定することが好ましい。

10

20

【0049】

また、第2対象画像取得工程は、第1対象画像取得工程における撮像範囲より狭い撮像範囲で第2位置決めパターンを撮像することが好ましい。

30

【0050】

また、本発明に係るボンディング装置は、ボンディング対象のチップに設けられた複数の位置決めパターンの位置をそれぞれ検出して、複数の位置決めパターンと所定の位置関係にあるボンディングパッドの位置を算出し、算出されたボンディングパッドの位置にボンディングを行うボンディング装置において、位置決めパターンの位置検出の基準とする基準チップについて、複数の位置決めパターンのうち第1位置決めパターンを撮像し、これを第1基準画像として取得する第1基準画像取得手段と、ボンディング対象のチップについて、その第1位置決めパターンを撮像し、これを第1対象画像として取得する第1対象画像取得手段と、第1基準画像の第1位置決めパターンと、第1対象画像の第1位置決めパターンとが重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第1位置決めパターンとボンディング対象チップの第1位置決めパターンとの間の相対位置関係である第1位置関係を算出する第1位置関係算出手段と、基準チップにおける第1位置決めパターンに対する、ボンディング対象チップの第1位置決めパターンの傾き角度を算出する傾き角度算出手段と、基準チップについて、第1位置決めパターンと所定のパターン間位置関係にある第2位置決めパターンを撮像し、これを第2基準画像として取得する第2基準画像取得手段と、ボンディング対象のチップについてその第2位置決めパターンを撮像する第2位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出工程であって、第1位置関係と傾き角度と所定のパターン間位置関係と第1対象画像取得工程における撮像位置とに基づき、第2位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出手段と、算出された第2位置決めパターン撮像位置において、ボンディング対象のチップについて

40

50

その第2位置決めパターンを撮像し、これを第2対象画像として取得する第2対象画像取得手段と、第2基準画像の第2位置決めパターンと、第2対象画像の第2位置決めパターンとが重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第2位置決めパターンとボンディング対象チップの第2位置決めパターンとの間の相対位置関係である第2位置関係を算出する第2位置関係算出手段と、を備え、第1位置関係と第2位置関係に基づいてボンディングパッドの位置を算出しボンディングを行うことを特徴とする。

【0051】

また、傾き角度算出手段は、第1基準画像を極座標変換するための変換用原点を特定する基準変換用原点特定手段と、特定された基準変換用原点を用いて第1基準画像を極座標変換し、変換後基準画像を生成する基準画像変換手段と、算出された第1位置関係に基づき、第1基準画像における第1位置決めパターンと基準変換用原点との位置関係と同じ位置関係で、第1対象画像を極座標変換するための変換用原点を特定する対象変換用原点特定手段と、特定された対象変換用原点を用いて第1対象画像を極座標変換し、変換後対象画像を生成する対象画像変換手段と、変換後対象画像における極座標展開された第1位置決めパターンと、変換後基準画像における極座標展開された第1位置決めパターンとが重なり合うように、両変換後画像を角度軸上で相対的に移動させ、その移動角度量から、基準チップの位置決めパターンとボンディング対象チップの位置決めパターンとの間の相対的傾き角度を算出する相対的傾き角度算出手段と、を備え、基準変換用原点特定手段は、第1基準画像を所定角度回転させた回転画像を取得する回転画像取得手段と、第1基準画像と回転画像とを相対的に移動させ、第1基準画像の位置決めパターンと回転画像の位置決めパターンとが重なり合うようにパターンマッチングを実行させるパターンマッチング手段と、を含み、パターンマッチングの結果に基づき、回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている位置決めパターンを撮像した比較対象の画像と回転方向の位置ずれを含まない位置決めパターンを撮像した第1基準画像とのパターンマッチングで検出される両位置決めパターンとの間の相対位置関係の誤差が最小となるような基準変換用原点を特定することが好ましい。

【0052】

また、本発明に係るボンディングプログラムは、ボンディング対象のチップに設けられた複数の位置決めパターンの位置をそれぞれ検出して、複数の位置決めパターンと所定の位置関係にあるボンディングパッドの位置を算出し、算出されたボンディングパッドの位置にボンディングを行うボンディング装置に実行させるボンディングプログラムであって、位置決めパターンの位置検出の基準とする基準チップについて、複数の位置決めパターンのうち第1位置決めパターンを撮像し、これを第1基準画像として取得する第1基準画像取得処理手順と、ボンディング対象のチップについて、その第1位置決めパターンを撮像し、これを第1対象画像として取得する第1対象画像取得処理手順と、第1基準画像の第1位置決めパターンと、第1対象画像の第1位置決めパターンとが重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第1位置決めパターンとボンディング対象チップの第1位置決めパターンとの間の相対位置関係である第1位置関係を算出する第1位置関係算出処理手順と、基準チップにおける第1位置決めパターンに対する、ボンディング対象チップの第1位置決めパターンの傾き角度を算出する傾き角度算出処理手順と、基準チップについて、第1位置決めパターンと所定のパターン間位置関係にある第2位置決めパターンを撮像し、これを第2基準画像として取得する第2基準画像取得処理手順と、ボンディング対象のチップについてその第2位置決めパターンを撮像する第2位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出工程であって、第1位置関係と傾き角度と所定のパターン間位置関係と第1対象画像取得工程における撮像位置とに基づき、第2位置決めパターン撮像位置を算出する撮像位置算出処理手順と、算出された第2位置決めパターン撮像位置において、ボンディング対象のチップについてその第2位置決めパターンを撮像し、これを第2対象画像として取得する第2対象画像取得処理手順と、第2基準画像の第2位置決めパターンと、第2対象画像の第2位置決めパターンとが重なり

10

20

30

40

50

合うように、両画像を相対的に移動させ、その移動量から、基準チップの第2位置決めパターンとボンディング対象チップの第2位置決めパターンとの間の相対位置関係である第2位置関係を算出する第2位置関係算出処理手順と、を備え、第1位置関係と第2位置関係に基づいてボンディングパッドの位置を算出しボンディングを実行させることを特徴とする。

【0053】

また、傾き角度算出処理手順は、第1基準画像を極座標変換するための変換用原点を特定する基準変換用原点特定工程と、特定された基準変換用原点を用いて第1基準画像を極座標変換し、変換後基準画像を生成する基準画像変換処理手順と、算出された第1位置関係に基づき、第1基準画像における第1位置決めパターンと基準変換用原点との位置関係と同じ位置関係で、第1対象画像を極座標変換するための変換用原点を特定する対象変換用原点特定処理手順と、特定された対象変換用原点を用いて第1対象画像を極座標変換し、変換後対象画像を生成する対象画像変換処理手順と、変換後対象画像における極座標展開された第1位置決めパターンと、変換後基準画像における極座標展開された第1位置決めパターンとが重なり合うように、両変換後画像を角度軸上で相対的に移動させ、その移動角度量から、基準チップの位置決めパターンとボンディング対象チップの位置決めパターンとの間の相対的傾き角度を算出する相対的傾き角度算出処理手順と、を備え、基準変換用原点特定処理手順は、第1基準画像を所定角度回転させた回転画像を取得する回転画像取得処理手順と、第1基準画像と回転画像とを相対的に移動させ、第1基準画像の位置決めパターンと回転画像の位置決めパターンとが重なり合うようにパターンマッチングを実行させるパターンマッチング処理手順と、を含み、パターンマッチングの結果に基づき、回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている位置決めパターンを撮像した比較対象の画像と回転方向の位置ずれを含まない位置決めパターンを撮像した第1基準画像とのパターンマッチングで検出される両位置決めパターンとの間の相対位置関係の誤差が最小となるような基準変換用原点を特定する処理を実行させることが好ましい。

【発明の効果】

【0054】

以上説明したように、本発明に係るボンディングにおいては、ボンディング対象チップの第1位置決めパターンの傾き角度を算出し、それに基づき、次の第2位置決めパターンの撮像範囲を算出する。したがって、位置決めパターンが傾き角度を有する場合でも、次の撮像位置により高速に移動することが可能となり、ボンディングのより高速化を図れる。

【0055】

また、傾き角度の検出において、回転方向の位置ずれを含んだ姿勢で配置されている比較対象を撮像した比較対象画像と基準画像とのパターンマッチングで検出される比較対象の位置の誤差が最小になるような点を、極座標変換の原点として用いるので、ボンディング用位置決めパターンの傾きがより迅速により精度よく検出することができる。したがって、位置決めパターンが傾き角度を有する場合でも、次の撮像位置にさらにより高速に移動することが可能となり、ボンディングの更なる高速化を図ることができる。

【0056】

また、ボンディング用位置決めパターンの傾きがより精度よく検出することができるので、次の撮像範囲をより狭くすることができる。したがって、処理時間をさらに短縮することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0057】

以下に図面を用いて本発明に係る実施の形態につき詳細に説明する。以下では、一般的な半導体チップにワイヤをボンディングするワイヤボンディング装置を用いて説明するが、チップの上にさらに別のチップを積層するスタックドICにおけるワイヤボンディング装置等であってもよい。また、ボンディングに用いる位置決めパターンとして、チップの表面に設けられた専用の位置決めパターンを用いて説明するが、チップの対角線に配置さ

れるボンディングパッドを位置決めパターンとして用いてもよい。

【実施例 1】

【0058】

図 11 は、本発明に係るボンディング用パターン識別方法が適用されるワイヤボンディング装置 100 のブロック図である。なお、ワイヤボンディング装置 100 の構成要素ではないが、位置決めパターンの識別に用いる基準チップ 200 又はボンディング対象のチップ 230 も図示してある。

【0059】

ワイヤボンディング装置 100 は、装置本体部 102 と制御部 120 とを備える。装置本体部は、ヘッド部 104 と、ヘッド部 104 を図 8 に示す X Y 平面内で移動させるテーブル 106 と、チップ 200, 230 を保持するステージ 108 とを含み、ヘッド部 104 には、ワイヤをチップにボンディングするツール 110 と、チップ 200, 230 の位置を検出するカメラ 112 が取り付けられる。ヘッド部 104 は、信号線により制御部 120 のヘッド部 I / F 130 に接続される。同様に、カメラ 112 はカメラ I / F 132 に、テーブル 106 はテーブル I / F 134 に、それぞれ信号線を介して接続される。

【0060】

制御部 120 は、装置本体部 102 を構成する要素の動作を全体として制御する機能を有し、特に、位置決めパターンの位置を算出し、その結果に基づいてワイヤボンディングを実行する機能を有する。かかる制御部 120 は、一般的なコンピュータあるいはボンディング装置専用コンピュータ等により構成することができる。

【0061】

制御部 120 は、CPU 122 と、キーボードや入力スイッチ等の入力部 124 と、ディスプレイ等の出力部 126 と、画像データ等を記憶するメモリ 128 と、上記のヘッド部 I / F 130、カメラ I / F 132、テーブル I / F 134 を含み、これらは内部バスで相互に接続される。

【0062】

CPU 122 は、位置決めパターンの位置算出処理を行う機能を有する位置決めパターン位置算出部 136 と、算出された位置決めパターンの位置に基づいてワイヤボンディング条件を定めてワイヤボンディング処理を行う機能を有するボンディング処理部 138 とを含む。これらの処理を行うには、ソフトウェアを用いることができ、対応するボンディング用パターン識別プログラム及びボンディングプログラムを実行することで所定の処理を行うことができる。なお、処理の一部をハードウェアで実行させることもできる。

【0063】

位置決めパターン位置算出部 136 の第 1 基準画像取得モジュール 140 から第 2 位置関係算出モジュール 154 までの機能の詳細と、ボンディング処理部 138 の機能については、図 12 のフローチャートを用いて説明する。符号は図 3、図 11 に示すものを用いる。

【0064】

最初に基準チップ 200 をセットする (S100)。具体的には、位置決めパターンの傾き識別の基準とするチップを基準チップ 200 として、これをステージ 108 に保持する。次にカメラ 112 を移動させ、撮像視野が基準チップ 200 の第 1 位置決めパターン 202 を捉えるような位置にもって来る (S102)。

【0065】

そして、第 1 位置決めパターン 202 を含んで撮像し、これを第 1 基準画像として記憶する (S104)。具体的には、第 1 基準画像取得モジュール 140 がカメラ I / F 132 を介してカメラ 112 に指示を与え、基準チップ 200 の第 1 位置決めパターン 202 を撮像させ、そのデータをメモリ 128 に記憶させる。撮像された画像は、図 3 の第 1 基準画像 204 に対応する。カメラ 112 には撮像範囲の基準を示すために十字線を画像に重ね合わす機能が設けられており、この十字線の交点が撮像範囲の中心位置 206 となり、この位置が第 1 位置決めパターン 202 の位置として用いられる。中心位置 206 の座

10

20

30

40

50

標は、図3に示す (X_1, Y_1) に対応する。

【0066】

次にカメラ112を移動させ、撮像視野が基準チップ200の第2位置決めパターン212を捉えるような位置にもって来る(S106)。

【0067】

そして、第2位置決めパターン212を含んで撮像し、これを第2基準画像として記憶する(S108)。具体的には、第2基準画像取得モジュール148がカメラI/F132を介してカメラ112に指示を与え、基準チップ200の第2位置決めパターン212を撮像させ、そのデータをメモリ128に記憶させる。撮像された画像は、図3の第2基準画像214に対応する。このときの撮像範囲の中心位置216が第2位置決めパターン212の位置として用いられる。中心位置216の座標は、図3に示す (X_2, Y_2) に対応する。

10

【0068】

ここまでの工程が、基準チップ200を用いたトレーニング工程になり、次にボンディング対象チップ230を用いたランニング工程になる。

【0069】

ランニング工程では、まずボンディング対象チップ230をセットする(S110)。すなわち、基準チップ200をステージ108から取り外し、ボンディング作業の対象となるチップ230をステージ108にセットする。そして、カメラ112を移動(S112)させ、第1基準画像204を撮像したのと同じ視野位置で撮像し、これを第1対象画像としてメモリ128に記憶する(S114)。具体的には、第1対象画像取得モジュール142がカメラI/F132を介してカメラ112に指示を与え、ボンディング対象チップ230の第1位置決めパターン232を撮像させ、そのデータをメモリ128に記憶させる。撮像された第1対象画像は、図3においてボンディング対象チップ230を含む撮像範囲220の画像に対応する。

20

【0070】

次に、第1基準画像204と第1対象画像との間でパターンマッチングを行い、基準チップ200の第1位置決めパターン202とボンディング対象チップ230の第1位置決めパターン232との間の相対的な位置関係である第1位置関係を算出する(S116)。具体的には、第1位置関係算出モジュール144がメモリ128から第1基準画像204と第1対象画像とを読み出し、撮像視野の原点を合わせて第1対象画像と第1基準画像を配置したうえで両画像を相互に平行移動し、第1基準画像の第1位置決めパターンと第1対象画像の第1位置決めパターンとの重なりが最大になるようにする。パターンマッチングの手法としては、例えば正規化相関演算を用いることができる。このパターンマッチングの結果、第1基準画像の中心位置は、もともとの中心位置206から中心位置236に移動するが、この移動位置を求める。この移動位置は、第1基準画像204の中心位置206を基準とした第1対象画像の第1位置決めパターン232の相対位置を示すものである。パターンマッチングの結果得られる第1対象画像の第1位置決めパターン232の位置は、図3に示す座標 (X_3, Y_3) に対応する。

30

【0071】

次に第1基準画像204の第1位置決めパターン202を基準にして、第1対象画像の第1位置決めパターン232の傾き角度を算出する(S118)。この傾き角度の算出は従来技術を用いて行うことができる。例えば、図13は、エッジ検出法による傾き角度の検出を行う様子を示す図である。図13において、撮像範囲260の中に、位置決めパターン等のパターン262が得られるとき、そのエッジ264を検出することで、基準軸となす角度を求めることができる。なお、傾き角度の検出精度をより高める実施の形態については、実施例2-4において後述する。算出された傾き角度は、図3に示すに

40

【0072】

算出された傾き角度と、座標 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) 、 (X_3, Y_3) とに基づ

50

き、次の撮像位置を算出する（S120）。具体的には、撮像位置算出モジュール150が、これらのデータを用い、上記の式（5）-（9）の演算を実行して、座標（ X_4, Y_4 ）を算出し、これを次の撮像位置の中心位置とする。算出結果は、図3における撮像範囲250に対応する。

【0073】

各座標及び傾き角度が誤差なく算出されれば、図3における撮像範囲250の中心位置は、ボンディング対象チップ230の第2位置決めパターン252の位置と一致するはずであるが、実際には各測定及び各演算に誤差があるので、次にパターンマッチングによりボンディング対象チップ230の第2位置決めパターン252の位置を求める。すなわち、算出された撮像位置にカメラを移動（S122）させ、その位置でボンディング対象チップ230の第2位置決めパターン252を撮像し、これを第2対象画像としてメモリ128に記憶する（S124）。具体的には、第2対象画像取得モジュール152がカメラI/F132を介してカメラ112に指示を与え、ボンディング対象チップ230の第2位置決めパターン252を撮像させ、そのデータをメモリ128に記憶させる。撮像された第2対象画像は、図3においてボンディング対象チップ230を含む撮像範囲250の画像に対応する。

10

【0074】

次に、第2基準画像214と第2対象画像との間でパターンマッチングを行い、基準チップ200の第2位置決めパターン212とボンディング対象チップ230の第2位置決めパターン252との間の相対的な位置関係である第2位置関係を算出する（S126）。具体的には、第2位置関係算出モジュール154がメモリ128から第2基準画像214と第2対象画像とを読み出し、第1位置関係算出工程（S116）で説明したのと同様の方法でパターンマッチングを行う。パターンマッチングの結果得られる第2対象画像の第2位置決めパターン252の位置は、図3に示す点256に対応する。

20

【0075】

このようにして、傾き角度を検出し式（5）-（9）を演算することで、高速に次の撮像位置にカメラを移動させ、ボンディング対象チップ230についての第2位置決めパターンの位置を得ることができる。このようにして、ランニング工程において第1位置決めパターン及び第2位置決めパターンの位置が求まると、ボンディング処理部138の機能により、ワイヤボンディングに必要な処理が行われる。例えば、第1位置決めパターン及び第2位置決めパターンの位置に基づき、ボンディング対象チップの各ボンディングパッドの位置が算出される（S128）。そして、テーブルI/F134を介してテーブル106に補正後のボンディングパッドの位置ヘッセル110を移動させるよう指示が与えられ、その位置にツール110が移動すると、ヘッド部I/F130を介してヘッド部104に指示が与えられ、ワイヤボンディングに必要なツールの運動が実行され、ワイヤボンディングが行われる（S130）。

30

【実施例2】

【0076】

位置決めパターンの傾き角度検出の方法として、極座標変換を用いた実施の形態について、図14のフローチャートを用いて説明する。図14のフローチャートは、図12のフローチャートと別に、位置決めパターンの傾き角度を求める手順としてまとめたものである。したがって、図12のフローチャートに組み入れるときは、重複する工程を省略する必要がある。また、図12のフローチャートでは、2つの位置決めパターンを区別するため第1、第2という表現をしたが、以下では1つの位置決めパターンにつきその傾き角度を求める手順なので、第1の表記を省略し単に基準パターン、位置決めパターンとした。

40

【0077】

また、極座標変換の原理説明には図4-10の説明を利用するのが便利なので、以下では位置決めパターンとしてボンディングパッドのような矩形のものとして説明する。必要に応じ、各工程に対応する画像の様子について図4-10で該当するものを示す。また、符号は図11のものを用いた。なお、以下で述べる内容は、CPU122の内部モジュール

50

ルの機能として実行される。

【0078】

最初に基準チップ200をセットする(S10)。具体的には、位置決めパターンの傾き識別の基準とするチップを基準チップ200として、これをステージ108に保持する。次にカメラ112を移動させ、撮像視野が基準チップ200の位置決めパターン P_0 を捉えるような位置にもって来る(S12)。

【0079】

そして、位置決めパターン P_0 を含んで撮像し、これを基準画像として記憶する(S14)。具体的には、CPU122がカメラI/F132を介してカメラ112に指示を与え、基準チップ200の位置決めパターン P_0 を撮像させ、そのデータをメモリ128に記憶させる。撮像された画像は、図1の基準画像10に対応する。カメラ112には撮像範囲の基準を示すために十字線を画像に重ね合わす機能が設けられており、この十字線の交点が撮像範囲の中心位置20となる。以後の画像に関する処理においては、この十字線を基準座標軸とし、その交点である中心位置20が座標原点とされる。

10

【0080】

次にこの基準画像10について、極座標変換するための原点である基準変換用原点を特定する(S16)。具体的にはCPU122が、メモリ128に記憶された基準画像10のデータに基づき、本発明の「傾き角度の精度向上の原理」で説明した耐回転基準点を算出し、その座標を基準変換用原点と特定する。なお、基準変換用原点の座標は上記のように、中心位置20を基準として特定される。この工程のより詳細な内容は、実施例2、実施例3において後述する。特定された基準変換用原点は、図8の原点26に対応する。

20

【0081】

特定された基準変換用原点を用いて、基準画像10を極座標変換し(S18)、これを変換後基準画像としてメモリ128に記憶する。具体的には、CPU122が、メモリ128から基準画像10を読み出し、その中心位置20を基準として、特定された基準変換用原点の座標を定め、そこを極座標変換の原点とする。そして例えば時計回りに角度を変化させ、各角度ごとに基準画像の輝度データを半径 r の関数として変換する演算を実行する。したがって、変換後の基準画像は、横軸を角度とし、縦軸を半径 r として輝度データが配置される。かかる変換後基準画像は、図8(b)に示す画像に対応する。

【0082】

ここまでの工程が、基準チップ200を用いたトレーニング工程になり、次にボンディング対象チップ230を用いたランニング工程になる。

30

【0083】

ランニング工程では、まずボンディング対象チップ230をセットする(S20)。すなわち、基準チップ200をステージ108から取り外し、ボンディング作業の対象となるチップ230をステージ108にセットする。そして、基準画像10を撮像したのと同じ視野位置で撮像し、これを対象画像としてメモリ128に記憶する(S22)。具体的には、CPU122がカメラI/F132を介してカメラ112に指示を与え、ボンディング対象チップ230の位置決めパターン P_2 を撮像させ、そのデータをメモリ128に記憶させる。撮像された対象画像は、図5(a)に対応する。

40

【0084】

次に、基準画像10と対象画像との間でパターンマッチングを行い、基準チップ200の位置決めパターン P_0 とボンディング対象チップの位置決めパターン P_2 との間の相対的な位置関係を算出する(S24)。具体的には、CPU122がメモリ128から基準画像10と対象画像を読み出し、撮像視野の原点を合わせて対象画像と基準画像を配置したうえで両画像を相互に平行移動し、基準画像の位置決めパターンと対象画像の位置決めパターンとの重なりが最大になるようにする。パターンマッチングの手法としては、例えば正規化相関演算を用いることができる。このパターンマッチングの結果、基準画像の中心位置は、もともとの中心位置20から中心位置24に移動するが、この移動量(X , Y)を求める。この移動量(X , Y)は、基準画像10の中心位置20を基準とした

50

対象画像の位置決めパターンの相対位置を示すものである。パターンマッチングの様子は、図5(b)に対応する。

【0085】

次に、対象画像を極座標変換するための原点である対象変換用原点を特定する(S26)。具体的には、CPU122が、次の演算を行う。すなわち、中心位置20を基準とした基準変換用の原点26の座標を (X_{26}, Y_{26}) とし、対象変換用原点の座標を (X_{28}, Y_{28}) とすれば、 $(X_{28} = X_{26} + X, Y_{28} = Y_{26} + Y)$ である。対象変換用原点は、図9(a)の原点28に対応する。

【0086】

このようにして特定された対象変換用原点を用いて、対象画像を極座標変換し(S28)、これを変換後対象画像としてメモリ128に記憶する。具体的には、CPU122が、メモリ128から対象画像を読み出し、特定された基準変換用原点の座標を定め、そこを極座標変換の原点とし、例えば時計回りに角度を変化させ、各角度ごとに基準画像の輝度データを半径rの関数として変換する演算を実行する。かかる変換後基準画像は、図9(b)に示す画像に対応する。

10

【0087】

こうして求められた変換後基準画像と変換後対象画像についてパターンマッチングが行われ、傾き角度が算出される(S30)。具体的には、CPU122が、メモリ128から変換後基準画像と変換後対象画像を読み出し、角度軸の原点を合わせて両画像を配置したうえで両画像を角度軸に沿って相互に平行移動し、変換後基準画像の位置決めパターンと変換後対象画像の位置決めパターンとの重なりが最大になるような移動量を求める。この移動量は、基準チップ200の位置決めパターン P_0 を基準としたボンディング対象チップ230の位置決めパターン P_2 の相対的傾き角度を示すものである。傾き角度を求める様子は図10に対応する。

20

【0088】

このように、本発明の「傾き角度の精度向上の原理」で説明した耐回転基準点を算出し、その座標を基準変換用原点と特定して、これを用いて極座標変換することで、位置決めパターンの傾き角度を精度よく求めることができる。

【0089】

したがって、次の位置決めパターンを撮像する撮像位置をより高精度で求めることができ、その撮像範囲をより狭めたものとしても、次の位置決めパターンを確実に捕捉できる。その例を図3のより狭い領域の撮像範囲270で示す。撮像範囲をより狭くすることで、その領域におけるパターンマッチングの処理量を削減でき、処理時間を短縮できる。

30

【実施例3】

【0090】

基準変換用原点特定工程(S16)につき、より詳細な内容を説明する。実施例3は、上記特許文献3における第1の実施形態を、ボンディング用位置決めパターンに適用したのに対応する。この基準変換用原点特定工程の詳細な内容を図15に示す内部フローチャートと、図16-21を用いて説明する。これらの図において、図4-5で説明した要素と同様の要素については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。なお、図15の内部フローチャートの手順は、図11で説明したCPU122の内部モジュールにおいて実行される。

40

【0091】

基準変換用原点の特定には、図14で説明した工程S10-S14により取得された基準画像10を用いる。図16は、改めて基準画像10についてその位置決めパターン P_0 と、基準チップ200の外形との関係を示した図である。図4と同様な図であるが、位置決めパターン P_0 は、基準チップ200のコーナー付近に配置されている正方形形状のボンディングパターンを用いている様子が示されている。そして基準画像10の範囲は、基準チップ200の外形線のノイズが入らないようにその内側に設定される。位置決めパターン P_0 の配置は十字線と交差してもかまわないことを示すため、図4とやや異なる位置

50

決めパターンの配置とした。以後の処理においては、基準画像 10 の十字線を基準座標軸とし、その交点である中心位置 20 が基準軸の原点とされる。

【0092】

この基準画像 10 を用い、基準画像 10 の 1 つの角を中心として $+Q^\circ$ 回転させた回転画像を生成する (S40)。図 17 は、基準画像 10 における左下の角の点 30 を中心とした回転画像 40 の様子を示す。

【0093】

次に、基準画像 10 と回転画像 40 との間でパターンマッチングにより両画像の最一致点を求める (S42)。具体的には、回転画像 40 に対し基準画像 10 を平行移動し、基準画像 10 の位置決めパターンと回転画像 40 の位置決めパターンとがもっとも重なり合うようにする。最も重なり合ったときの基準画像 50 における中心位置が両画像の最一致点 42 になる。その様子を図 18 に示す。もともとの基準画像 10 の中心位置 20 の座標を $(0, 0)$ として、最一致点 42 の座標を (X_1, Y_1) とする (S44)。

【0094】

同様にして図 19 に示すように基準画像 10 の角の点 30 を中心として $-Q^\circ$ 回転させた回転画像 60 を生成する (S46)。そして基準画像 10 と回転画像 60 との間でパターンマッチングにより両画像の最一致点を求める (S48)。具体的には、図 20 に示すように、回転画像 60 に対し基準画像 10 を平行移動し、基準画像 10 の位置決めパターンと回転画像 60 の位置決めパターンとがもっとも重なり合うようにする。最も重なり合ったときの基準画像 70 における中心位置が両画像の最一致点 72 になる。最一致点 72 の座標を (X_2, Y_2) とする (S50)。

【0095】

このようにして求められた最一致点 42 の座標 (X_1, Y_1) 、最一致点 72 の座標 (X_2, Y_2) 、回転角度 Q° と、回転の中心とした角の点 30 の座標 (X_{C1}, Y_{C1}) から基準変換用原点の座標を算出する (S52)。基準変換用原点の座標 $(AX1, AY1)$ は、上記のように式 (1) - (4) で表される。

$$AX1 = X_{C1} + r \cdot \cos \quad (1)$$

$$AY1 = Y_{C1} + r \cdot \sin \quad (2)$$

$$\text{ここで、} \quad = \tan^{-1} \{ (X_2 - X_1) / (Y_1 - Y_2) \} \quad (3)$$

$$r = \{ (X_2 - X_1)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 \} / 2 \sin Q \quad (4)$$

である。

【0096】

図 21 は、式 (1) - (4) の意味を説明するために図 13 を拡大し、対応する座標、角度を示したものである。ここで点 A_1 が基準画像 10 についての基準変換用原点であり、点 A_{m1} が基準画像 50 についての基準変換用原点とする。パターンマッチングは基準画像の平行移動で行われるので、それに伴う基準変換用原点の移動は、基準画像の中心位置の移動と同じである。すなわち点 A_1 と点 A_{m1} の位置関係は、中心位置 20 と 42 の位置関係と同じである。

【0097】

式 (3) は、角度 Q が微小であるときに図 16 における角度 (点 30 - 点 A_1 - 点 A_{m1}) が直角に近似できることを利用して説明できる。すなわち、点 A_1 から図 16 に示す X 軸におろした垂線の脚を点 B とし、角度 (点 A_{m1} - 点 A_1 - 点 B) = とすると、上記近似から角度 (点 30 - 点 A_1 - 点 B) = $90^\circ -$ となり、他方角度 (点 A_1 - 点 B - 点 30) = 90° であるから、角度 (点 A_1 - 点 30 - 点 B) = = となる。そして = $\tan^{-1} (X_1 / Y_1)$ であるので = $\tan^{-1} (X_1 / Y_1)$ となり、式 (3) はこれを (X_1, Y_1) と (X_2, Y_2) とを用いたものに直したものである。

【0098】

式 (4) は、回転角度 Q が微小である場合に、角度 Q を挟んだ長さ r の互いに等しい線分の先端間の距離が $r \cdot \sin Q$ で近似できることを利用して説明できる。すなわち線分 (点 A_1 - 点 A_{m1}) の長さ = $r \cdot \sin Q$ = (点 20 - 点 42) の長さ = $\{ (X_1)^2 +$

10

20

30

40

50

$(Y_1)^2$ }となるので、これより $r = \{ (X_1)^2 + (Y_1)^2 \} / \sin Q$ が得られる。
式(4)はこれを (X_1, Y_1) と (X_2, Y_2) とを用いたものに直したものである。

【0099】

このようにして座標 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) と回転角度 Q から r が求められると、点30の座標 $(XC1, YC1)$ を用いて、基準画像10における基準変換用原点の座標 $(AX1, AY1)$ を式(1)、(2)より算出し特定できる。

【0100】

実施例3による基準変換用原点特定の方法は、位置決めパターンが非対称であっても適用できる。したがって、位置決めパターンの形状に左右されず、傾き角度をよりよい精度で検出できる。

【実施例4】

【0101】

実施例4は、基準変換用原点特定工程につき、上記特許文献3における第2の実施形態を、ボンディング用位置決めパターンに適用したものに対応する。この基準変換用原点特定工程の詳細な内容を図22に示す内部フローチャートと、図23を用いて説明する。図22の内部フローチャートの手順は、図11で説明したCPU122の内部モジュールにおいて実行される。

【0102】

実施例4における基準変換用原点の特定にも、図14で説明した工程S10 - S14により取得された基準画像10を用いる。

【0103】

この基準画像10の内部に複数の回転中心点を設定する(S60)。その様子を図23に示す。この例では、一定の間隔を空けて基準画像10の内部に均等に複数の回転中心点82が配置されている。回転中心点は、位置決めパターン P_0 の内部にも配置できる。好ましくは少なくとも1つの回転中心点を位置決めパターン P_0 の内部に配置するのがよい。図18では回転中心点84が位置決めパターン P_0 の内部に設定されている。

【0104】

次に1つの回転中心点についてその点を中心に基準画像10を $+Q^\circ$ 回転させた回転画像を生成する(S62)。そして、その生成された回転画像の位置決めパターンと、基準画像10の位置決めパターンとの間の一致量を求める(S64)。位置決めパターンがボンディングパッドで、仮にその輝度データが各画素について同じであるとすれば、一致量は、ボンディングパッドの重なり面積に比例することが予想される。S62 - S64の工程を、各回転中心点について実行する(S66 - S68)。

【0105】

そして、全部の回転中心点についてそれぞれ一致量が求められると、それらの中で一致量が最大となる回転中心点を求める(S70)。一般的には、位置決めパターン P_0 の中心に最も近い回転中心点が一致量最大となる。この一致量最大の回転中心点の座標を、基準変換用原点座標として特定する(S72)。図23の例では、回転中心点84が基準変換用原点として特定される。

【0106】

回転中心点の設定の仕方によっては、ぬきんでた一致量が得られず、横並びに近い一致量となることがある。この場合には、一応一致量が最大値の回転中心点を抜き出し、その周囲の回転中心点の一致量を比較して、位置決めパターンの中心に近いと認められる位置座標を基準変換用原点として特定してもよい。このときに一致量の最大値から所定範囲を設定し、その範囲内にある回転中心点あるいはその近傍の回転中心点を特定して、それを基準変換用原点として特定してもよい。

【0107】

実施例4の方法は、実施例3に比較すると、基準変換用原点の求め方としては簡易的な方法であり、演算時間を大幅に短縮できる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 1 0 8 】

【図 1】基準チップに対しボンディング対象チップが傾いていない場合の位置決めパターンの配置の様子を示す図である。

【図 2】基準チップに対しボンディング対象チップが傾いている場合の位置決めパターンの配置の様子を示す図である。

【図 3】本発明の原理のうち、次に撮像する撮像範囲の中心位置を求める様子を示す図である。

【図 4】基準画像を示す図である。

【図 5】比較対象である傾いて配置された位置決めパターンを撮像した様子と、基準画像とのパターンマッチングにより比較対象の位置決めパターンの位置を求める様子を説明する図である。

【図 6】従来技術における基準画像の極座標変換の様子を示す図である。

【図 7】従来技術における対象画像の極座標変換の様子を示す図である。

【図 8】本発明の原理に基づき基準画像の極座標変換を行った様子を示す図である。

【図 9】本発明の原理に基づき対象画像の極座標変換を行った様子を示す図である。

【図 10】本発明の原理に基づき傾き角度 が求まる様子を示す図である。

【図 11】本発明に係る実施の形態におけるワイヤボンディング装置のブロック図である。

【図 12】本発明に係る実施の形態における位置決めパターンの位置算出の手順を示すフローチャートである。

【図 13】傾き角度検出の一例を説明する図である。

【図 14】実施例 2 における傾き角度検出の詳細な内部フローチャートである。

【図 15】実施例 3 における基準変換用原点特定工程の詳細な内部フローチャートである。

【図 16】基準画像についてその位置決めパターンと基準チップの外形との関係を示す図である。

【図 17】実施例 3 において、基準画像における左下の角の点を中心として $+Q^\circ$ 回転させた回転画像の様子を示す図である。

【図 18】実施例 3 において、 $+Q^\circ$ 回転させた回転画像と基準画像とのパターンマッチングの様子を示す図である。

【図 19】実施例 3 において、基準画像における左下の角の点を中心として $-Q^\circ$ 回転させた回転画像の様子を示す図である。

【図 20】実施例 3 において、 $-Q^\circ$ 回転させた回転画像と基準画像とのパターンマッチングの様子を示す図である。

【図 21】実施例 3 において、基準変換用原点を求める式の内容を説明する図である。

【図 22】実施例 4 における基準変換用原点特定工程の詳細な内部フローチャートである。

【図 23】実施例 4 において、基準画像の内部に複数の回転中心点を設定する様子を示す図である。

【符号の説明】

【 0 1 0 9 】

1 0 , 1 4 , 5 0 , 7 0 基準画像、2 0 , 2 2 , 2 4 中心位置、2 6 基準変換用原点、2 8 対象変換用原点、4 0 , 6 0 回転画像、4 2 , 7 2 最一致点、8 2 , 8 4 回転中心点、1 0 0 ワイヤボンディング装置、1 0 2 装置本体部、1 0 4 ヘッド部、1 0 6 テーブル、1 0 8 ステージ、1 1 0 ツール、1 1 2 カメラ、1 2 0 制御部、1 2 2 CPU、1 2 8 メモリ、1 3 6 位置決めパターン位置算出部、1 3 8 ボンディング処理部、1 4 0 第 1 基準画像取得モジュール、1 4 2 第 1 対象画像取得モジュール、1 4 4 第 1 位置関係算出モジュール、1 4 6 傾き角度算出モジュール、1 4 8 第 2 基準画像取得モジュール、1 5 0 撮像位置算出モジュール、1 5 2 第 2 対象画像取得モジュール、1 5 4 第 2 位置関係算出モジュール、2 0 0 , 2 3 0

10

20

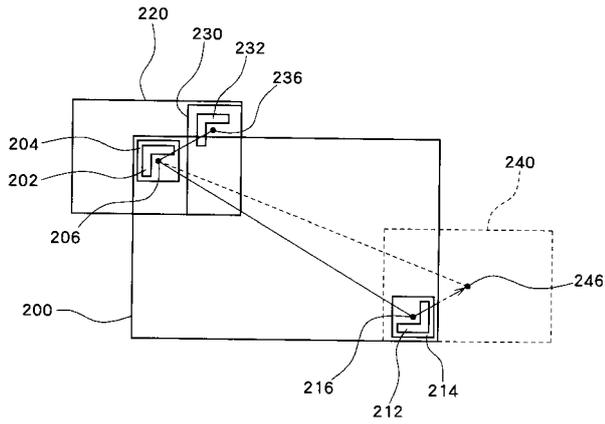
30

40

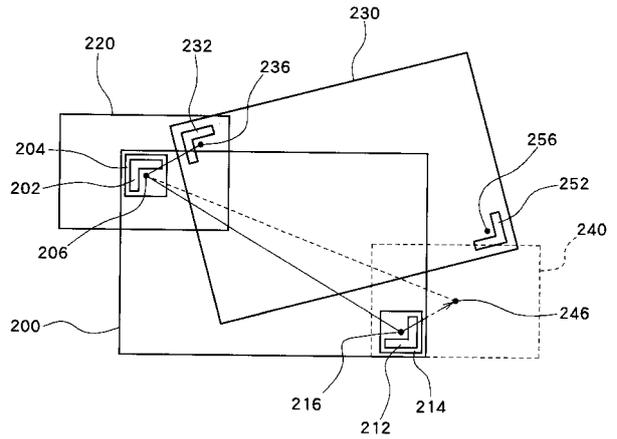
50

チップ、202, 232 第1位置決めパターン、204 第1基準画像、206, 216, 236, 256 位置決めパターンの位置、212, 252 第2位置決めパターン、214 第2基準画像、220, 240, 260, 270 撮像範囲。

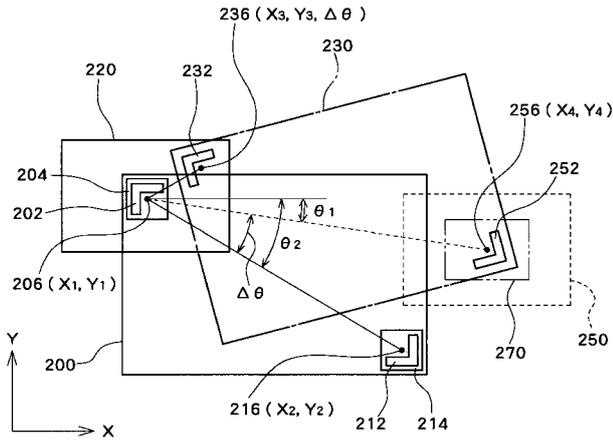
【図1】



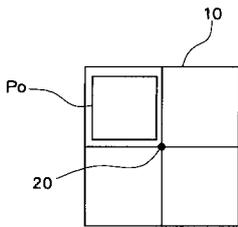
【図2】



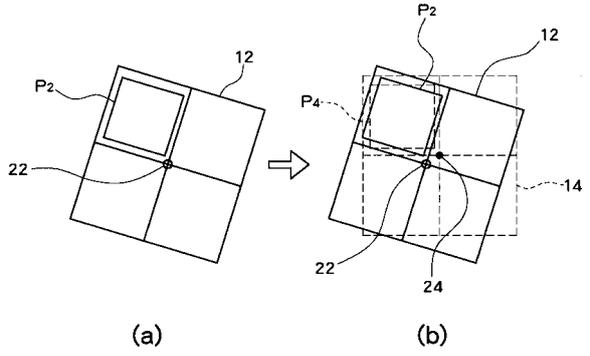
【 図 3 】



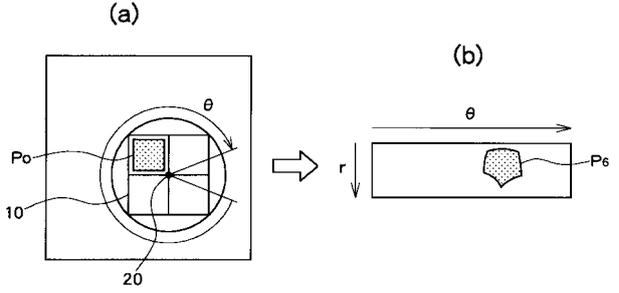
【 図 4 】



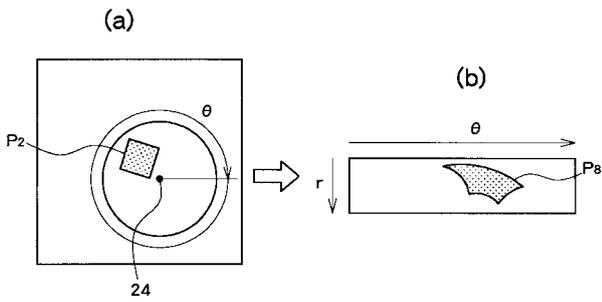
【 図 5 】



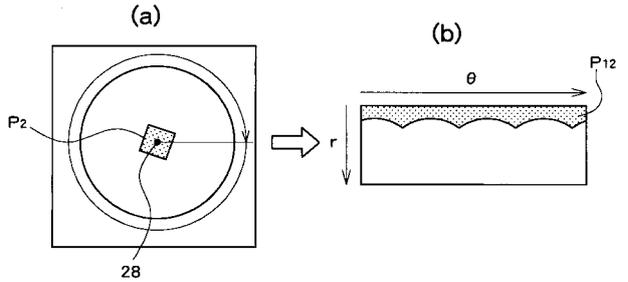
【 図 6 】



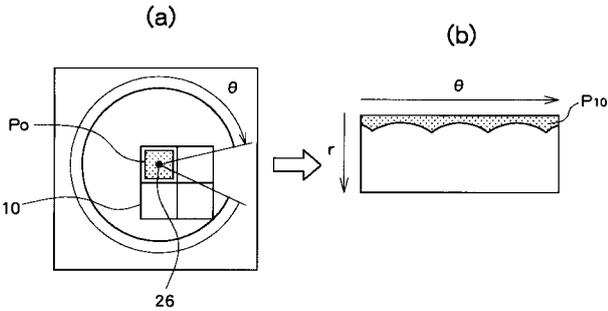
【 図 7 】



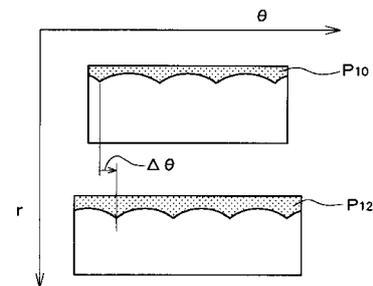
【 図 9 】



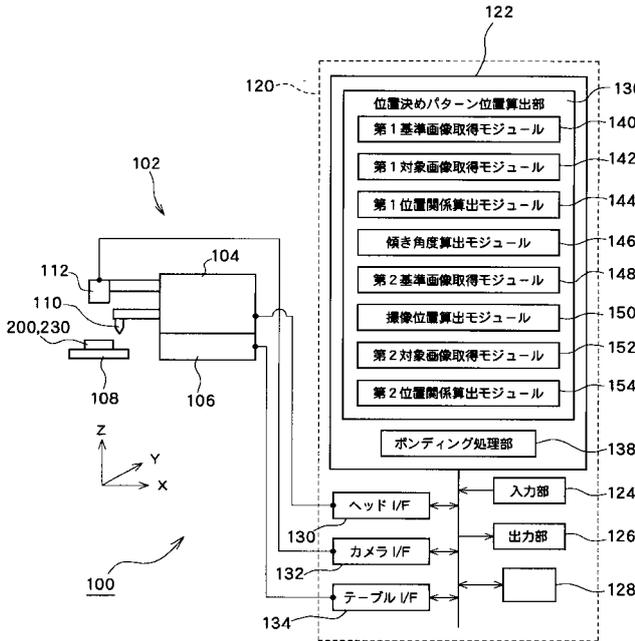
【 図 8 】



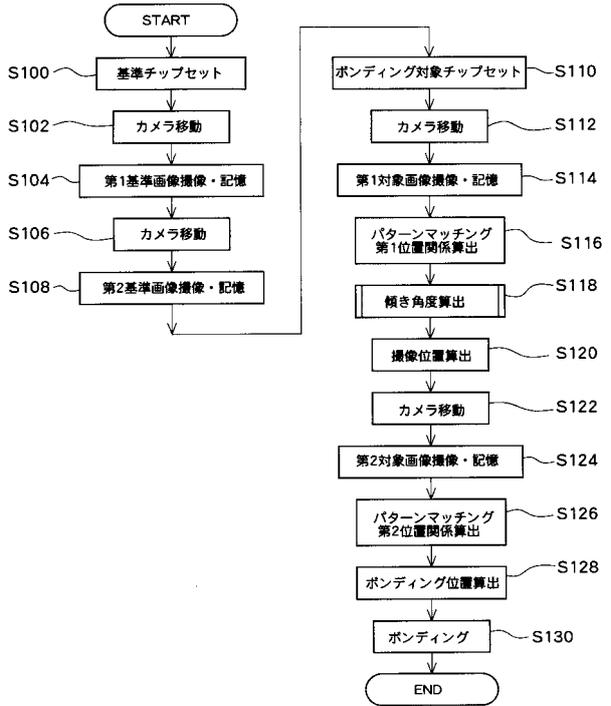
【 図 10 】



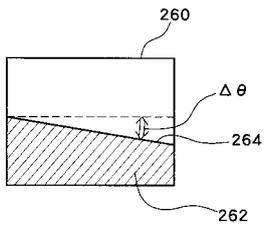
【図11】



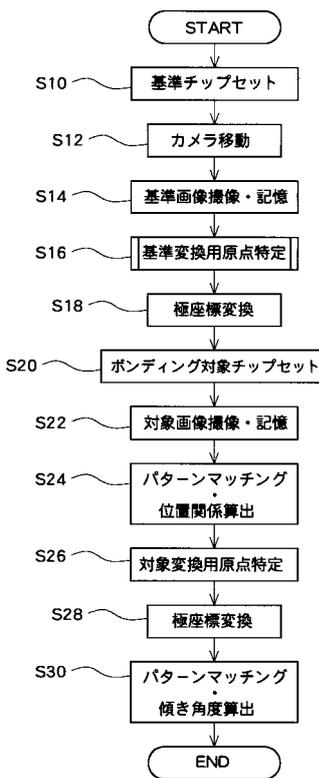
【図12】



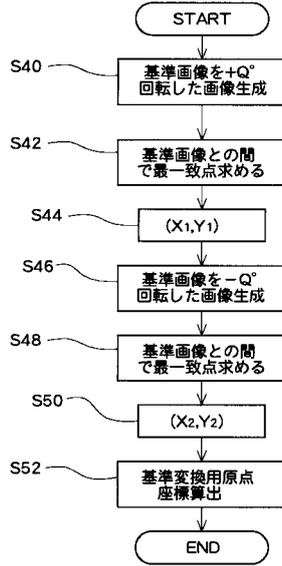
【図13】



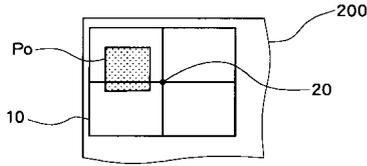
【図14】



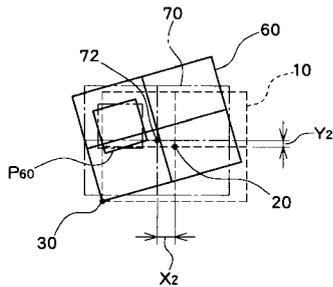
【図15】



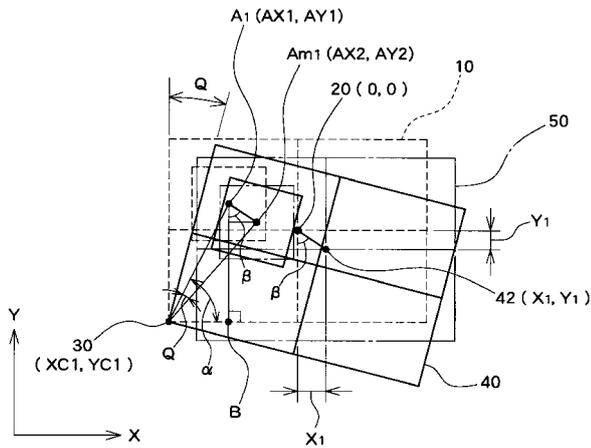
【図16】



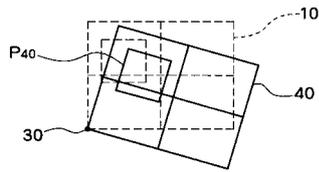
【図20】



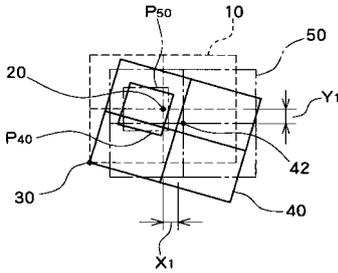
【図21】



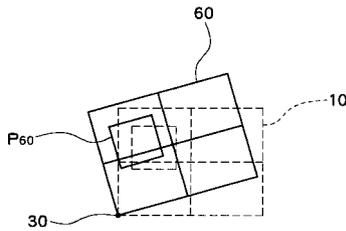
【図17】



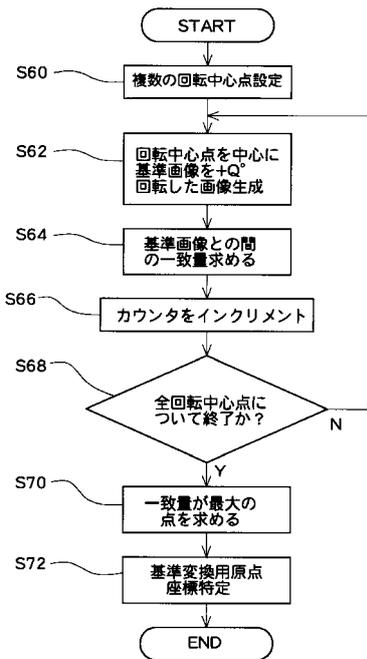
【図18】



【図19】



【図22】



【 図 2 3 】

