

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4128513号
(P4128513)

(45) 発行日 平成20年7月30日(2008.7.30)

(24) 登録日 平成20年5月23日(2008.5.23)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 21/52 (2006.01) HO 1 L 21/52 F
 HO 1 L 21/60 (2006.01) HO 1 L 21/60 3 O 1 L

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2003-348887 (P2003-348887)	(73) 特許権者	000146722
(22) 出願日	平成15年10月7日(2003.10.7)		株式会社新川
(65) 公開番号	特開2005-116765 (P2005-116765A)		東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の1
(43) 公開日	平成17年4月28日(2005.4.28)	(74) 代理人	100075258
審査請求日	平成17年12月2日(2005.12.2)		弁理士 吉田 研二
		(74) 代理人	100096976
			弁理士 石田 純
		(72) 発明者	榎戸 聡
			東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の1 株式会社新川内
		審査官	市川 篤

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボンディング用パターン識別方法、ボンディング用パターン識別装置及びボンディング用パターン識別プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを識別するボンディング用パターン識別方法において、

位置決めパターンの傾き識別の基準とする基準チップについて、その位置決めパターンを撮像し、これを基準画像として取得する基準画像取得工程と、

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、

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

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が重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、基準画像の基準となる点の位置に対する対象画像の基準となる点の位置の移動量から、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位置関係を算出する位置関係算出工程と、

算出された相対位置関係に基づき、基準画像における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、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原点特定工程と、

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、変換後対象画像を生成する対象画像変換工程と、

10

20

変換後対象画像における極座標展開された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傾き角度算出工程と、
を備え、

基準変換用原点特定工程は、

基準画像の1つの角を回転の中心として $+Q^\circ$ 回転させた回転画像を取得する $+Q^\circ$ 回転画像取得工程と、

基準画像と $+Q^\circ$ 回転画像との間のパターンマッチングとして、基準画像をその縦方向軸及び横方向軸に平行に移動させ、基準画像の位置決めパターンと、 $+Q^\circ$ 回転画像の位置決めパターンとが重なり合うようにし、完全に重ならないが最も重なったところで移動を止め、そのときの基準画像の位置決めパターンの位置をもって、 $+Q^\circ$ 回転画像の位置決めパターンの位置を示すものとする操作を行い、その最も重なった点の座標 (X_1, Y_1) を取得する工程と、

同様にして、回転の中心とした角の周りに基準画像を $-Q^\circ$ 回転させた回転画像を取得する $-Q^\circ$ 回転画像取得工程と、

基準画像と $-Q^\circ$ 回転画像との間について前記パターンマッチングと同様の操作により最も重なった点の座標 (X_2, Y_2) を取得する工程と、

2つの点の座標 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) と、角度 Q° と、回転の中心とした角の点の座標 (X_{C1}, Y_{C1}) を用いて、基準変換用原点の座標 (A_{X1}, A_{Y1}) を、
 $A_{X1} = X_{C1} + r \cdot \cos$ 、 $A_{Y1} = Y_{C1} + r \cdot \sin$ (ただし、 $\theta = \tan^{-1} \{ (X_2 - X_1) / (Y_1 - Y_2) \}$ 、 $r = \{ (X_2 - X_1)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 \}^{1/2} / 2 \sin Q$)として、特定する工程と、

を含むことを特徴とするボンディング用パターン識別方法。

【請求項2】

ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを識別するボンディング用パターン識別方法において、

位置決めパターンの傾き識別の基準とする基準チップについて、その位置決めパターンを撮像し、これを基準画像として取得する基準画像取得工程と、

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、

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

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が重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、基準画像の基準となる点の位置に対する対象画像の基準となる点の位置の移動量から、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位置関係を算出する位置関係算出工程と、

算出された相対位置関係に基づき、基準画像における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、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原点特定工程と、

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、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傾き角度算出工程と、
を備え、

基準変換用原点特定工程は、

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、

10

20

30

40

50

各回転中心点のそれぞれについて、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であって、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基準画像とのパターンマッチングとして、基準画像をその縦方向軸及び横方向軸に平行に移動させ、基準画像の位置決めパターンと、比較対象画像の位置決めパターンとが重なり合うようにし、完全に重ならないが最も重なったところで移動を止め、そのときの基準画像の位置決めパターンの位置をもって、比較対象画像の位置決めパターンの位置を示すものとする操作を行い、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点を基準変換用原点として特定することを特徴とするボンディング用パターン識別方法。

10

【請求項3】

請求項1または2に記載のボンディング用パターン識別方法において、

基準画像変換工程は、基準変換用原点を角度展開の原点として基準画像を極座標変換し、その際、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の2倍の角度を360°から差し引いた角度範囲で極座標変換することを特徴とするボンディング用パターン識別方法。

20

【請求項4】

請求項1または2に記載のボンディング用パターン識別方法において、

基準画像変換工程は、基準変換用原点を半径の原点とし基準画像を内部に包含する長さの半径で極座標変換し、その際に基準画像の外側の領域をマスクして変換後基準画像を生成し、

傾き角度算出工程は、変換後基準画像のマスクされた領域を除いて両位置決めパターンとの間の重なり合いをみることを特徴とするボンディング用パターン識別方法。

【請求項5】

ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを識別するボンディング用パターン識別装置において、

位置決めパターンの傾き識別の基準とする基準チップについて、その位置決めパターンを撮像し、これを基準画像として取得する基準画像取得手段と、

30

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、

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

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が重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、基準画像の基準となる点の位置に対する対象画像の基準となる点の位置の移動量から、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位置関係を算出する位置関係算出手段と、

40

算出された相対位置関係に基づき、基準画像における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、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原点特定手段と、

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、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傾き角度算出手段と、

を備え、

50

基準変換用原点特定手段は、

基準画像の1つの角を回転の中心として + Q ° 回転させた回転画像を取得する + Q ° 回転画像取得手段と、

基準画像と + Q ° 回転画像との間のパターンマッチングとして、基準画像をその縦方向軸及び横方向軸に平行に移動させ、基準画像の位置決めパターンと、 + Q ° 回転画像の位置決めパターンとが重なり合うようにし、完全に重ならないが最も重なったところで移動を止め、そのときの基準画像の位置決めパターンの位置をもって、 + Q ° 回転画像の位置決めパターンの位置を示すものとする操作を行い、その最も重なった点の座標 (X₁ , Y₁) を取得する手段と、

同様にして、回転の中心とした角の周りに基準画像を - Q ° 回転させた回転画像を取得する - Q ° 回転画像取得手段と、

基準画像と - Q ° 回転画像との間について前記パターンマッチングと同様の操作により最も重なった点の座標 (X₂ , Y₂) を取得する手段と、

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 (X_{C1} , Y_{C1}) を用いて、基準変換用原点の座標 (A X₁ , A Y₁) を、
 $A X_1 = X_{C1} + r \cdot \cos \theta$, $A Y_1 = Y_{C1} + r \cdot \sin \theta$ (ただし、 $\theta = \tan^{-1} \{ (X_2 - X_1) / (Y_1 - Y_2) \}$, $r = \{ (X_2 - X_1)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 \}^{1/2} / 2 \sin Q$) として、特定する手段と、

を含むことを特徴とするボンディング用パターン識別装置。

【請求項6】

ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを識別するボンディング用パターン識別装置に実行させるパターン識別プログラムであって、

位置決めパターンの傾き識別の基準とする基準チップについて、その位置決めパターンを撮像し、これを基準画像として取得する基準画像取得処理手順と、

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処理手順と

、特定された基準変換用原点を用いて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、

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

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が重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、基準画像の基準となる点の位置に対する対象画像の基準となる点の位置の移動量から、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位置関係を算出する位置関係算出処理手順と、

算出された相対位置関係に基づき、基準画像における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、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、

基準画像の1つの角を回転の中心として + Q ° 回転させた回転画像を取得する + Q ° 回転画像取得処理手順と、

基準画像と + Q ° 回転画像との間のパターンマッチングとして、基準画像をその縦方向軸及び横方向軸に平行に移動させ、基準画像の位置決めパターンと、 + Q ° 回転画像の位

10

20

30

40

50

位置決めパターンとが重なり合うようにし、完全に重ならないが最も重なったところで移動を止め、そのときの基準画像の位置決めパターンの位置をもって、 $+Q^\circ$ 回転画像の位置決めパターンの位置を示すものとする操作を行い、その最も重なった点の座標 (X_1, Y_1) を取得する処理手順と、

同様に、回転の中心とした角の周りに基準画像を $-Q^\circ$ 回転させた回転画像を取得する $-Q^\circ$ 回転画像取得処理手順と、

基準画像と $-Q^\circ$ 回転画像との間について前記パターンマッチングと同様の操作により最も重なった点の座標 (X_2, Y_2) を取得する処理手順と、

2つの点の座標 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) と、角度 Q° と、回転の中心とした角の点の座標 (X_{C1}, Y_{C1}) を用いて、基準変換用原点の座標 (A_{X1}, A_{Y1}) を、
 $A_{X1} = X_{C1} + r \cdot \cos$ 、 $A_{Y1} = Y_{C1} + r \cdot \sin$ (ただし、 $= \tan^{-1}$
 $\{(X_2 - X_1) / (Y_1 - Y_2)\}$ 、 $r = \{(X_2 - X_1)^2 + (Y_1 - Y_2)^2\}^{1/2} / 2 \sin$
 nQ)として、特定する処理手順と、

を実行させることを特徴とするボンディング用パターン識別プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ボンディング用のパターン識別に係り、特にボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを識別するボンディング用パターン識別方法、ボンディング用パターン識別装置及びボンディング用パターン識別プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

回路基板にチップをダイボンディングするときや、回路基板に配置されたチップのボンディングパッドから回路基板のボンディングリードにワイヤを接続するワイヤボンディングを行うとき等において、位置決めがうまく行かずチップが斜めに配置されることがある。これを防ぐため、チップそのものの外形あるいはチップの表面に設けた位置決めパターンを観察し、その傾きを検出することが行われる。

【0003】

位置決めパターンを用いてその傾きを検出するには、位置決めパターンのエッジを検出しその傾きを算出する方法、2つの離隔した位置決めパターンを設けその間の線分を定義してその傾きを算出する方法等が用いられる。また、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。

【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。

【 0 0 0 6 】

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 $+Q^\circ$ 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 (X_1, Y_1) を求める。同様にして $-Q^\circ$ 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 (X_2, Y_2) を求める。この2つの点の座標 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) と角度 Q° と、回転の中心とした角の点の座標 (X_{C1}, Y_{C1}) 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。

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

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

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

$$r = \{ (X_2 - X_1)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 \}^{1/2} / 2 \sin Q \quad (4)$$

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称形の場合はその対称中心となる。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。

【 0 0 0 7 】

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 $+Q^\circ$ 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。

【 0 0 0 8 】

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。

【 0 0 0 9 】

【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】

【 0 0 1 0 】

ボンディング装置あるいはボンディング技術においては、より高精度の位置決め、より高速のボンディングのためのより迅速な位置決めが求められている。上記従来技術は、ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを迅速に精度よく検出するにはそれぞれ次のような課題がある。

【 0 0 1 1 】

エッジ検出により傾きを求める方法は、パターンに適当なエッジが含まれない場合に適用できず、エッジの性状により精度が左右される。離隔した位置決めパターン間の線分の傾きを求める方法は、1度に双方の位置決めパターンを観察しようとするとき視野倍率が低下し精度がよくなく、別視野でそれぞれの位置決めパターンを観察するには時間を要する。

【 0 0 1 2 】

パターンマッチングを行うに当たり、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す方法は、処理時間が長くなる。また、予め 0° から順次 360° まで回転させた基準画像群を用意し、これらを用いてパターンマッチングを行うこともできるが、データ量が膨大なものになり、処理時間も長くなる。

【 0 0 1 3 】

10

20

30

40

50

極座標変換を用いる方法は、その原点のとり方で大きく精度が左右される。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で開示される方法は、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。

【0014】

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。しかし、ダイボンディングにおいてはチップのボンディング位置のみならず傾き角度も重要であり、ワイヤボンディングにおいて位置決めパターンの情報から各ボンディングパッドの位置を推定するには、位置決めパターンの位置のみならずその傾き角度も重要である。

10

【0015】

このように、従来技術においては、ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを迅速に精度よく識別することについて課題が残されている。

【0016】

本発明の目的は、かかる従来技術の課題を解決し、ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きをより迅速により精度よく識別することを可能にするボンディング用パターン識別方法、ボンディング用パターン識別装置及びボンディング用パターン識別プログラムを提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0017】

1. 本発明の原理

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。

30

【0018】

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。

【0019】

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1から図4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5から図7を用いて説明する。

40

【0020】

図1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1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20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、

50

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。

【 0 0 2 1 】

図 2 (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 をのみが得られるが、図 2 (a) において図 1 に対応する画像領域を画像領域 1 2 として示し、その画像領域 1 2 の中心位置を 2 2 として示した。画像領域 1 2、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 2 (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。

10

【 0 0 2 2 】

図 2 (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 1 0 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 2 (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 1 4 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。

20

【 0 0 2 3 】

図 2 (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。

【 0 0 2 4 】

図 3 と図 4 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 3 (a)、図 4 (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 3 (b)、図 4 (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 方向軸で示したものである。図 3 (a)、(b) は、基準画像 1 0 の位置決めパターン P_0 を極座標変換する様子を示す。極座標変換の原点は、図 1 で説明した中心位置 2 0 を用いている。図 4 (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 2 で説明したパターンマッチングで得られる中心位置 2 4 を用いた。

30

【 0 0 2 5 】

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 3 (b) の位置決めパターン P_6 と図 4 (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 4 (a) において、極座標変換の原点を図 2 で説明した真の位置を示す中心位置 2 2 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 3 (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 2 で説明した中心位置 2 2 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。

40

50

【 0 0 2 6 】

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。

【 0 0 2 7 】

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 3、図 4 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。

【 0 0 2 8 】

図 5、図 6 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 5 (a)、図 6 (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 5 (b)、図 6 (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 5 (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 6 (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。

【 0 0 2 9 】

図 7 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。

【 0 0 3 0 】

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 7 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して行うことができる。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。

【 0 0 3 1 】

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。本発明に係るボンディング用パターン識別は、この結果に基づいて考案されたものである。

【 0 0 3 2 】

2. 課題解決手段

本発明に係るボンディング用パターン識別方法は、ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを識別するボンディング用パターン識別方法において、位置決めパターンの傾き識別の基準とする基準チップについて、その位置決めパターンを撮像し、これを基準画像として取得する基準画像取得工程と、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基準画像を極座標

10

20

30

40

50

変換し、変換後基準画像を生成する基準画像変換工程と、ボンディング対象のチップについてその位置決めパターンを撮像し、これを対象画像として取得する対象画像取得工程と、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が重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、基準画像の基準となる点の位置に対する対象画像の基準となる点の位置の移動量から、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位置関係を算出する位置関係算出工程と、算出された相対位置関係に基づき、基準画像における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、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原点特定工程と、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、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傾き角度算出工程と、を備え、基準変換用原点特定工程は、基準画像の1つの角を回転の中心として+Q°回転させた回転画像を取得する+Q°回転画像取得工程と、基準画像と+Q°回転画像との間のパターンマッチングとして、基準画像をその縦方向軸及び横方向軸に平行に移動させ、基準画像の位置決めパターンと、+Q°回転画像の位置決めパターンとが重なり合うようにし、完全に重ならないが最も重なったところで移動を止め、そのときの基準画像の位置決めパターンの位置をもって、+Q°回転画像の位置決めパターンの位置を示すものとする操作を行い、その最も重なった点の座標(X₁, Y₁)を取得する工程と、同様に、回転の中心とした角の周りに基準画像を-Q°回転させた回転画像を取得する-Q°回転画像取得工程と、基準画像と-Q°回転画像との間について前記パターンマッチングと同様の操作により最も重なった点の座標(X₂, Y₂)を取得する工程と、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(X_{C1}, Y_{C1})を用いて、基準変換用原点の座標(A_{X1}, A_{Y1})を、 $A_{X1} = X_{C1} + r \cdot \cos$, $A_{Y1} = Y_{C1} + r \cdot \sin$ (ただし、 $\theta = \tan^{-1}\{(X_2 - X_1) / (Y_1 - Y_2)\}$, $r = \{(X_2 - X_1)^2 + (Y_1 - Y_2)^2\}^{1/2} / 2 \sin Q$)として、特定する工程と、を含むことを特徴とする。

【0034】

また、本発明に係るボンディング用パターン識別方法は、ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを識別するボンディング用パターン識別方法において、位置決めパターンの傾き識別の基準とする基準チップについて、その位置決めパターンを撮像し、これを基準画像として取得する基準画像取得工程と、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、ボンディング対象のチップについてその位置決めパターンを撮像し、これを対象画像として取得する対象画像取得工程と、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が重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、基準画像の基準となる点の位置に対する対象画像の基準となる点の位置の移動量から、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位置関係を算出する位置関係算出工程と、算出された相対位置関係に基づき、基準画像における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、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原点特定工程と、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、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傾き角度算出工程と、を備え、基準変換用原点特定工程は、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、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

10

20

30

40

50

像のそれぞれについて、その位置決めパターンと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であって、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基準画像とのパターンマッチングとして、基準画像をその縦方向軸及び横方向軸に平行に移動させ、基準画像の位置決めパターンと、比較対象画像の位置決めパターンとが重なり合うようにし、完全に重ならないが最も重なったところで移動を止め、そのときの基準画像の位置決めパターンの位置をもって、比較対象画像の位置決めパターンの位置を示すものとする操作を行い、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点を基準変換用原点として特定することを特徴とする。

10

【0035】

また、基準画像変換工程は、基準変換用原点を角度展開の原点として、基準画像を極座標変換し、その際、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の2倍の角度を360°から差し引いた角度範囲で極座標変換することが好ましい。

【0036】

また、基準画像変換工程は、基準変換用原点を半径の原点とし基準画像を内部に包含する長さの半径で極座標変換し、その際に基準画像の外側の領域をマスクして変換後基準画像を生成し、傾き角度算出工程は、変換後基準画像のマスクされた領域を除いて両位置決めパターンの間の重なり合いをみるのが好ましい。

20

【0037】

また、本発明に係るボンディング用パターン識別装置は、ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを識別するボンディング用パターン識別装置において、位置決めパターンの傾き識別の基準とする基準チップについて、その位置決めパターンを撮像し、これを基準画像として取得する基準画像取得手段と、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、ボンディング対象のチップについてその位置決めパターンを撮像し、これを対象画像として取得する対象画像取得手段と、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が重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、基準画像の基準となる点の位置に対する対象画像の基準となる点の位置の移動量から、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位置関係を算出する位置関係算出手段と、算出された相対位置関係に基づき、基準画像における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、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原点特定手段と、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、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傾き角度算出手段と、を備え、基準変換用原点特定手段は、基準画像の1つの角を回転の中心として+Q°回転させた回転画像を取得する+Q°回転画像取得手段と、基準画像と+Q°回転画像との間のパターンマッチングとして、基準画像をその縦方向軸及び横方向軸に平行に移動させ、基準画像の位置決めパターンと、+Q°回転画像の位置決めパターンとが重なり合うようにし、完全に重ならないが最も重なったところで移動を止め、そのときの基準画像の位置決めパターンの位置をもって、+Q°回転画像の位置決めパターンの位置を示すものとする操作を行い、その最も重なった点の座標(X_1, Y_1)を取得する手段と、同様にして、回転の中心とした角の周りに基準画像を-Q°回転させた回転画像を取得する-Q°回転画像取得手段と、基準画像と-Q°回転画像との間について前記パターンマッチングと同様の操作により最も重なった点の座標(X_2, Y_2)を取

30

40

50

得する手段と、2つの点の座標 (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) 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、基準変換用原点の座標 $(AX1, AY1)$ を、 $AX1 = XC1 + r \cdot \cos$, $AY1 = YC1 + r \cdot \sin$ (ただし、 $= \tan^{-1}\{(X_2 - X_1) / (Y_1 - Y_2)\}$, $r = \{(X_2 - X_1)^2 + (Y_1 - Y_2)^2\}^{1/2} / 2 \sin Q$) として、特定する手段と、を含むことを特徴とする。

【0038】

また、本発明に係るボンディング用パターン識別プログラムは、ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを識別するボンディング用パターン識別装置に実行させるパターン識別プログラムであって、位置決めパターンの傾き識別の基準とする基準チップについて、その位置決めパターンを撮像し、これを基準画像として取得する基準画像取得処理手順と、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処理手順と、特定された基準変換用原点を用いて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、ボンディング対象のチップについてその位置決めパターンを撮像し、これを対象画像として取得する対象画像取得処理手順と、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が重なり合うように、両画像を相対的に移動させ、基準画像の基準となる点の位置に対する対象画像の基準となる点の位置の移動量から、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位置関係を算出する位置関係算出処理手順と、算出された相対位置関係に基づき、基準画像における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、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、基準画像の1つの角を回転の中心として $+Q^\circ$ 回転させた回転画像を取得する $+Q^\circ$ 回転画像取得処理手順と、基準画像と $+Q^\circ$ 回転画像との間のパターンマッチングとして、基準画像をその縦方向軸及び横方向軸に平行に移動させ、基準画像の位置決めパターンと、 $+Q^\circ$ 回転画像の位置決めパターンとが重なり合うようにし、完全に重ならないが最も重なったところで移動を止め、そのときの基準画像の位置決めパターンの位置をもって、 $+Q^\circ$ 回転画像の位置決めパターンの位置を示すものとする操作を行い、その最も重なった点の座標 (X_1, Y_1) を取得する処理手順と、同様にして、回転の中心とした角の周りに基準画像を $-Q^\circ$ 回転させた回転画像を取得する $-Q^\circ$ 回転画像取得処理手順と、基準画像と $-Q^\circ$ 回転画像との間について前記パターンマッチングと同様の操作により最も重なった点の座標 (X_2, Y_2) を取得する処理手順と、2つの点の座標 (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) 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、基準変換用原点の座標 $(AX1, AY1)$ を、 $AX1 = XC1 + r \cdot \cos$, $AY1 = YC1 + r \cdot \sin$ (ただし、 $= \tan^{-1}\{(X_2 - X_1) / (Y_1 - Y_2)\}$, $r = \{(X_2 - X_1)^2 + (Y_1 - Y_2)^2\}^{1/2} / 2 \sin Q$) として、特定する処理手順と、を実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0039】

以上説明したように、本発明に係るボンディング用パターン識別においては、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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

10

20

30

40

50

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、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装置として、ワイヤボンディング装置を用いて説明するが、位置決めパターンを用いてボンディングを行うボンディング装置であれば、これ以外の装置であってもよい。例えば、位置決めパターンを用いてダイボンディングを行うダイボンディング装置、フェースダウンボンディング装置、あるいは、チップの上にさらに別のチップを積層するスタックＤＩＣ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、半導体チップ以外の電子部品の回路基板等へのボンディングを行う電子部品ボンディング装置でもよい。

【 0 0 4 1 】

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ボンディングパッドを用いて説明するが、位置決め専用のパターンであってもよい。また、チップの外形である矩形形状そのものを１つの位置決めパターンとして本発明を実施することもできる。

【実施例 1】

【 0 0 4 2 】

図 8 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 90 又はボンディング対象のチップ 92 も図示してある。

【 0 0 4 3 】

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 90, 92 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 90, 92 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。

【 0 0 4 4 】

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、ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを識別し、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。

【 0 0 4 5 】

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。

【 0 0 4 6 】

CPU 122 は、ボンディングに用いる位置決めパターンの傾きを識別する処理を行う機能を有するパターン識別処理部 136 と、傾きが識別された位置決めパターン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。

【 0 0 4 7 】

パターン識別処理部 136 の基準画像取得モジュール 140 から傾き角度算出モジュール 154 までの機能については、図 9 のフローチャートを用いて説明する。符号は図 1 - 8 に示すものを用いる。なお、必要に応じ、各工程に対応する画像の様子について図 1 - 7 で該当するものを示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

最初に基準チップ90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90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90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)。

【 0 0 4 9 】

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、基準画像取得モジュール140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90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

【 0 0 5 0 】

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)。具体的には基準変換用原点特定モジュール142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1、実施例2において後述する。特定された基準変換用原点は、図5の原点26に対応する。

20

【 0 0 5 1 】

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、基準画像変換モジュール144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 θ を変化させ、各角度 θ 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 θ 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5(b)に示す画像に対応する。

【 0 0 5 2 】

ここまでの工程が、基準チップ90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92を用いたランニング工程になる。

30

【 0 0 5 3 】

ランニング工程では、まずボンディング対象チップ92をセットする(S20)。すなわち、基準チップ90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92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、対象画像取得モジュール146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92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2(a)もしくは図6(a)に対応する。

40

【 0 0 5 4 】

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90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、位置関係算出モジュール148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

50

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 2 (b) に対応する。

【 0055 】

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 (S 26)。具体的には、対象変換用原点特定モジュール 150 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 6 (a) の原点 28 に対応する。

【 0056 】

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 (S 28)、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、対象画像変換モジュール 152 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 θ 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 6 (b) に示す画像に対応する。

【 0057 】

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 (S 30)。具体的には、傾き角度算出モジュール 154 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 Δ を求める。この移動量 Δ は、基準チップ 90 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 92 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 θ を求める様子は図 7 に対応する。

【 0058 】

このようにして、ランニング工程において位置決めパターンの傾き角度が求まると、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、予め標準位置として登録されている各ボンディングパッドの位置が、求められた傾き角度を用いて補正される。そして、テーブル I / F 134 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へツール 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 / F 130 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。

【実施例 2】

【 0059 】

基準変換用原点特定工程につき、より詳細な内容を説明する。実施例 2 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 10 に示す内部フローチャートと、図 11 - 16 を用いて説明する。これらの図において、図 1 - 2 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 10 の内部フローチャートの手順は、図 8 で説明した CPU 122 における基準変換用原点特定モジュール 142 の内部モジュールにおいて実行される。

【 0060 】

基準変換用原点の特定には、図 9 で説明した工程 S 10 - S 14 により取得された基準画像 10 を用いる。図 11 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 90 の外形との関係を示した図である。図 1 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 90 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 90 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

10

20

30

40

50

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1とやや異なる位置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。

【0061】

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°回転させた回転画像を生成する(S40)。図12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。

【0062】

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13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(X₁, Y₁)とする(S44)。

10

【0063】

同様にして図14に示すように基準画像10の角の点30を中心として-Q°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15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(X₂, Y₂)とする(S50)。

20

【0064】

このようにして求められた最一致点42の座標(X₁, Y₁)、最一致点72の座標(X₂, Y₂)、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(A_{X1}, A_{Y1})は、上記のように式(1)-(4)で表される。

A_{X1} = X_{C1} + r · cos (1)

A_{Y1} = Y_{C1} + r · sin (2)

ここで、θ = tan⁻¹{(X₂ - X₁) / (Y₁ - Y₂)} (3)

30

r = {(X₂ - X₁)² + (Y₁ - Y₂)²}^{1/2} / 2 sin Q (4)

である。

【0065】

図16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A₁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A₁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。

40

【0066】

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A₁ - 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A₁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A₁ - 点B) = θ とすると、上記近似から角度(点30 - 点A₁ - 点B) = 90° - θ となり、他方角度(点A₁ - 点B - 点30) = 90° であるから、角度(点A₁ - 点30 - 点B) = θ となる。そして θ = tan⁻¹(X₁ / Y₁) であるので θ = tan⁻¹(X₁ / Y₁) となり、式(3)はこれを(X₁, Y₁)と(X₂, Y₂)とを用いたものに直したものである。

【0067】

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 · 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

50

(点 A_1 - 点 A_{m1})の長さ $= r \cdot \sin Q =$ (点 20 - 点 42)の長さ $= \sqrt{(X_1)^2 + (Y_1)^2}^{1/2}$ となるので、これより $r = \sqrt{(X_1)^2 + (Y_1)^2}^{1/2} / \sin Q$ 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。

【0068】

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。

【0069】

実施例2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3】

【0070】

実施例3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17に示す内部フローチャートと、図18を用いて説明する。図17の内部フローチャートの手順は、図8で説明したCPU122における基準変換用原点特定モジュール142の内部モジュールにおいて実行される。

【0071】

実施例3における基準変換用原点の特定にも、図9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。

【0072】

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18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。

【0073】

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)。

【0074】

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18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。

【0075】

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。

【0076】

実施例3の方法は、実施例2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

10

20

30

40

50

方法であり、演算時間を大幅に短縮できる。

【実施例 4】

【0077】

極座標変換を用いると、変換される画像の範囲が極座標変換の原点を中心として半径 r の円の内部となる。上記のように、十分な情報を得るために、この半径 r の大きさは、位置決めパターンを内部に含むように設定されることが好ましい。したがって、位置決めパターンが円でないときは、半径 r の円の大きさは、位置決めパターンの大きさよりも大きくなる。この位置決めパターンの外側であって、半径 r の円の内側の領域は、極座標変換の対象になるものの、傾き角度を求めるためには不必要な部分である。この部分に余分な情報が紛れ込むと、それが極座標変換され、傾き角度を求める際のパターンマッチングのノイズとなる。

10

【0078】

そこで、この位置決めパターンの外側であって、半径 r の円の内側の領域をマスクする実施例を説明する。図 19 は、図 5 で説明した基準画像の極座標変換の図をもとに、傾き角度検出に不必要な領域のデータについてマスク処理する様子を示す図である。図 19 (a) においてハッチングで示す領域 86 が傾き角度検出に必要な情報を含む領域で、その外側の領域 88 が不必要な領域である。そこで、領域 88 の各画素のデータについてマスク処理を行う。具体的にはその領域の各画素の輝度データを実際の輝度として存在しない所定の一定値、例えば輝度最大値に変調する。ハッチングされた領域 86 は輝度データをそのままとして変調を行わない。したがって、マスク処理そのもののみを極座標変換すると、図 19 (b) のようになる。すなわち極座標変換後の変換後基準画像において、領域 M の部分は輝度データが所定の一定値に変調され、この輝度部分は、パターンマッチング対象外として例えば正規化相関演算から除外され、この部分のノイズがすべて除去される。

20

【0079】

図 20 は、マスク処理を行った変換後基準画像を用いて傾き角度を求める様子を示す図である。このようにマスク処理を用いることで、不要なノイズを防ぎ、傾き角度の検出精度を向上させることができる。また、マスク処理を行うことで、極座標変換されるデータ量が、基準画像 10 の領域のデータ量に制限することができ、処理に要する時間を短縮することができる。

30

【産業上の利用可能性】

【0080】

位置決めを行ってボンディングするボンディング装置に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図 1】基準画像を示す図である。

【図 2】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 3】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。

40

【図 4】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 5】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 6】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 7】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 8】本発明に係る実施の形態の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のブロック図である。

【図 9】本発明に係る実施の形態におけるボンディング用パターン識別の手順を示すフローチャートである。

【図 10】実施例 2 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。

50

【図 1 1】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 1 2】実施例 2 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 1 3】実施例 2 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 1 4】実施例 2 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 1 5】実施例 2 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 1 6】実施例 2 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 1 7】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 1 8】実施例 3 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。

【図 1 9】実施例 4 において、基準画像の極座標変換におけるマスク処理を説明する図である。

【図 2 0】実施例 4 において、マスク処理を行った変換後基準画像を用いて傾き角度を求める様子を示す図である。

【符号の説明】

【0082】

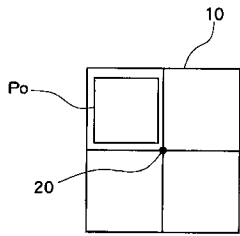
10, 14, 50, 70 基準画像、20, 22, 24 中心位置、26 基準変換用原点、28 対象変換用原点、40, 60 回転画像、42, 72 最一致点、82, 84 回転中心点、86 マスクされない領域、88 マスク領域、90, 92 チップ、100 ワイヤボンディング装置、102 装置本体部、104 ヘッド部、106 テーブル、108 ステージ、110 ツール、112 カメラ、120 制御部、122 CPU、128 メモリ、136 パターン識別処理部、138 ボンディング処理部、140 基準画像取得モジュール、142 基準変換用原点特定モジュール、144 基準画像変換モジュール、146 対象画像取得モジュール、148 位置関係算出モジュール、150 対象変換用原点特定モジュール、152 対象画像変換モジュール、154 角度算出モジュール。

10

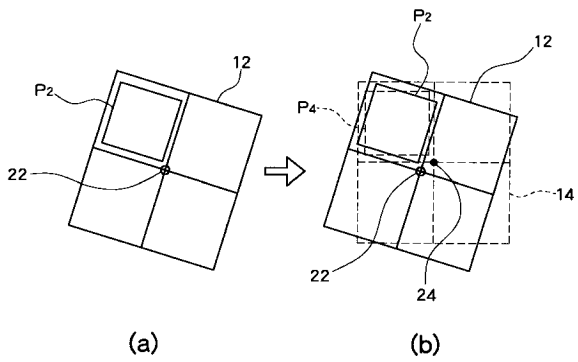
20

30

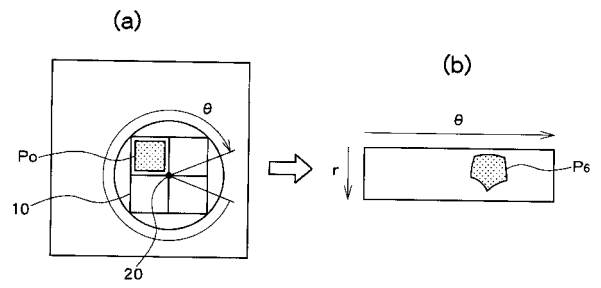
【 図 1 】



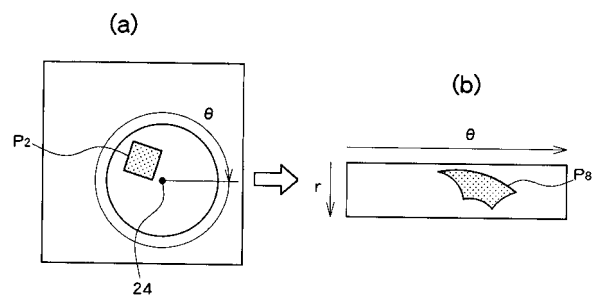
【 図 2 】



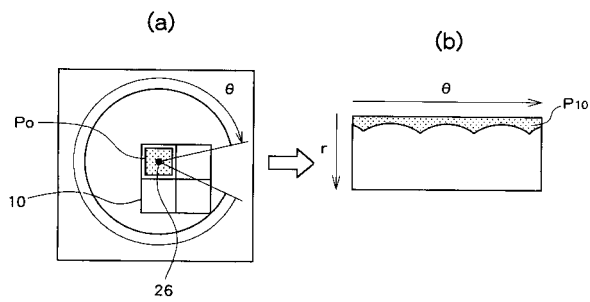
【 図 3 】



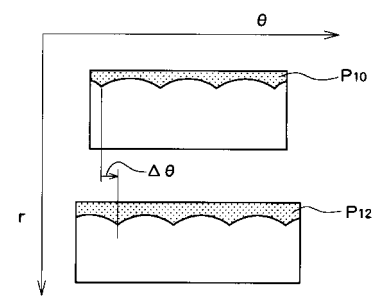
【 図 4 】



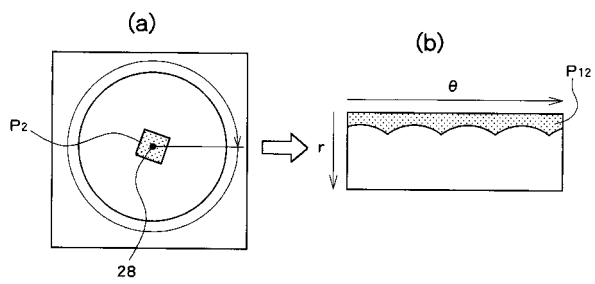
【 図 5 】



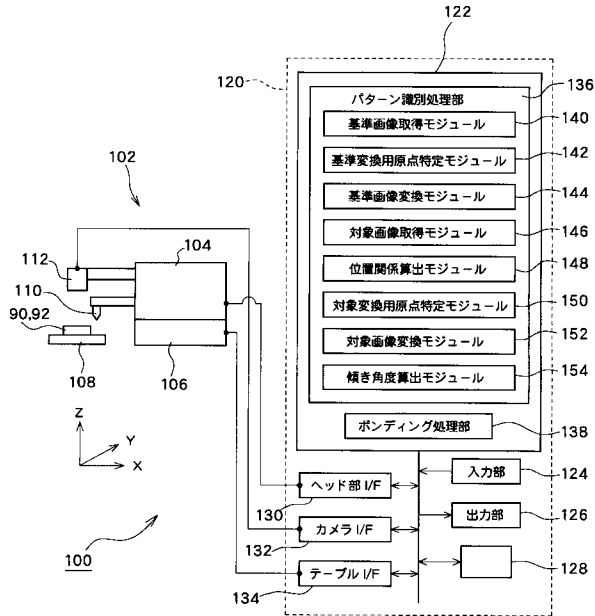
【 図 7 】



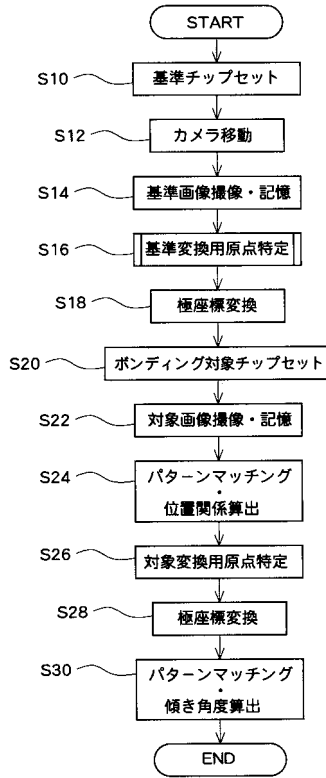
【 図 6 】



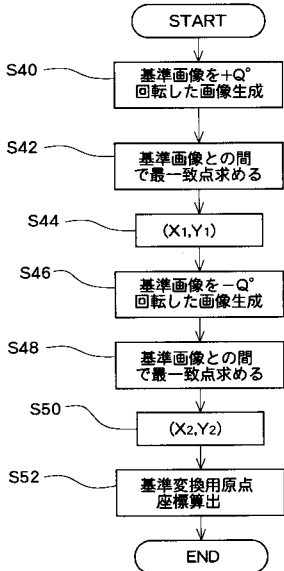
【図8】



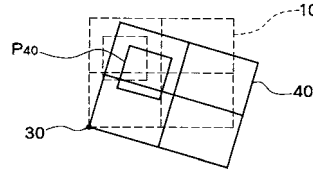
【図9】



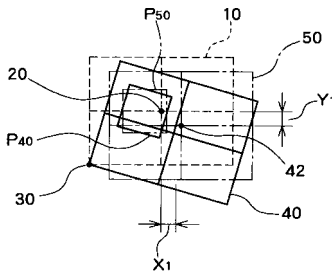
【図10】



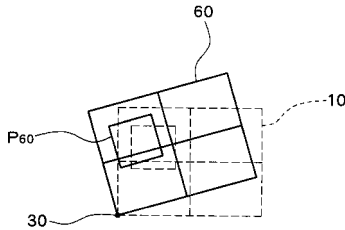
【図12】



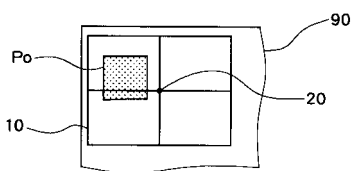
【図13】



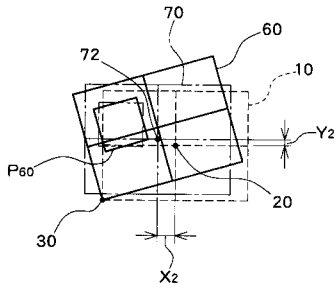
【図14】



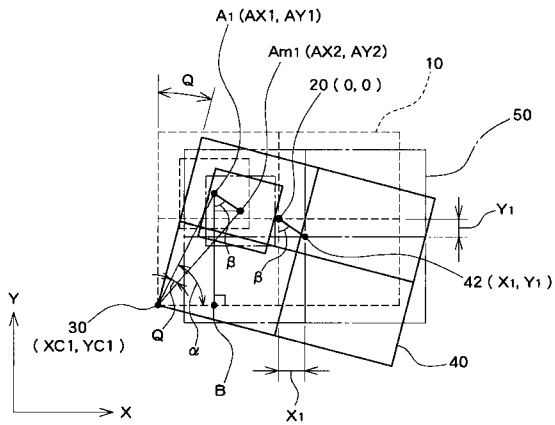
【図11】



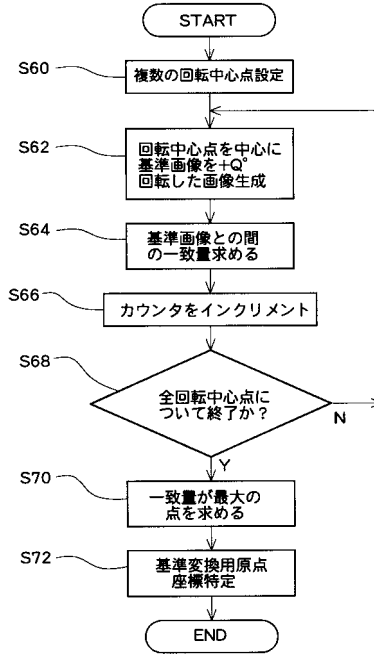
【図15】



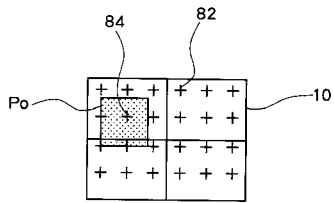
【図16】



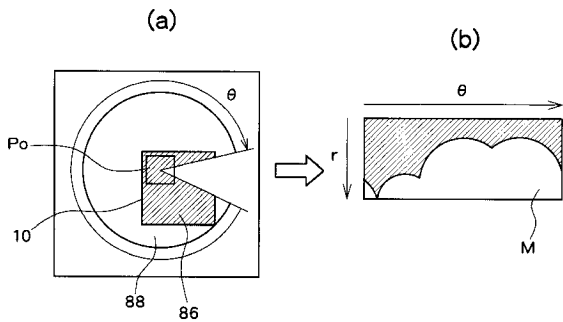
【図17】



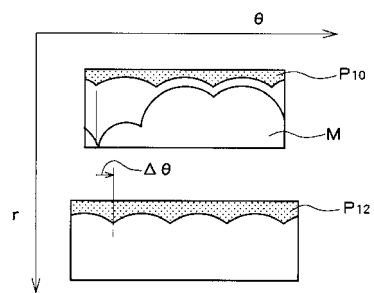
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-208010(JP,A)
特開2002-350118(JP,A)
特開2002-319028(JP,A)
特開2003-030653(JP,A)
国際公開第94/001831(WO,A1)
特開2005-116766(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/52
H01L 21/60