

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-62204

(P2010-62204A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05K 13/04 (2006.01)	H05K 13/04 M	2H051
G02B 7/36 (2006.01)	G02B 7/11 D	2H151
G02B 7/28 (2006.01)	G02B 7/11 H	5E313
H05K 13/08 (2006.01)	H05K 13/08 Q	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-223736 (P2008-223736)	(71) 出願人	000003399
(22) 出願日	平成20年9月1日(2008.9.1)		J U K I 株式会社
			東京都調布市国領町8丁目2番地の1
		(74) 代理人	100080458
			弁理士 高矢 諭
		(74) 代理人	100076129
			弁理士 松山 圭佑
		(74) 代理人	100089015
			弁理士 牧野 剛博
		(72) 発明者	芹沢 英
			東京都調布市国領町8丁目2番地の1 J
			U K I 株式会社内
		Fターム(参考)	2H051 BA47 BA52 BA57 CE20
			2H151 BA47 BA52 BA57 CE26

最終頁に続く

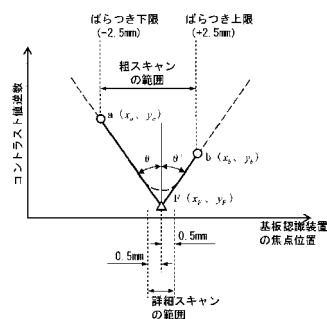
(54) 【発明の名称】 電子部品実装装置の自動焦点調整方法

(57) 【要約】

【課題】合焦位置を求めるための、焦点位置を変えた撮像回数を抑えることで、短時間で合焦位置を求めることができるようにする。

【解決手段】前記画像認識装置の焦点位置を光軸方向に移動させ、少なくとも2つの焦点位置の点a及び点bにおいて認識対象物を撮像して、各焦点位置における合焦位置を示すデータを取得し、該合焦位置データに基づいて合焦位置を算出する。コントラスト逆数カーブの形状が、ほぼ二等辺三角形形状であるという幾何学的特徴を利用し、想定されるコントラスト逆数カーブ上の任意の2点(図中のa点およびb点)のみの合焦位置データを用いて、合焦位置の点Fの焦点位置 X_F を求めることができる。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電子部品を基板に実装すると共に、焦点位置を光軸方向に移動させて認識対象物に合焦させ、これを撮像し認識する画像認識装置を備えた電子部品実装装置の自動焦点調整方法において、

前記画像認識装置に接続された撮像装置の焦点位置を光軸方向に移動させ、少なくとも 2 つの焦点位置で認識対象物を撮像して、各焦点位置における合焦位置を示すデータを取得し、該合焦位置データに基づいて合焦位置を算出することを特徴とする電子部品実装装置の自動焦点調整方法。

【請求項 2】

電子部品を基板に実装すると共に、焦点位置を光軸方向に移動させて認識対象物に合焦させ、これを撮像し認識する画像認識装置を備えた電子部品実装装置の自動焦点調整方法において、

前記画像認識装置に接続された撮像装置の焦点位置を光軸方向に移動させ、3 つの焦点位置で認識対象物を撮像して、各焦点位置における合焦位置を示すデータを取得し、これら焦点位置における合焦位置データを比較することで、これら焦点位置の範囲に合焦位置が存在するか否かを判定することを特徴とする電子部品実装装置の自動焦点調整方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電子部品をプリント基板あるいは液晶やディスプレイパネル基板等に自動的に実装すると共に、焦点位置を光軸方向に移動させて認識対象物に合焦させ、これを撮像し認識する画像認識装置を備えた電子部品実装装置の自動焦点調整方法に係り、特に、合焦位置を求めるための、焦点位置を変えた撮像回数を抑えることで、短時間で合焦位置を求めることができる電子部品実装装置の自動焦点調整方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

電子部品実装装置では、搭載ヘッドに備える吸着ノズルで電子部品を吸着してから、基板上の該当位置まで吸着ノズルを移動し、吸着した電子部品を実装していく。

【0003】

又、このような電子部品実装装置において、画像認識装置を備え、吸着ノズルに吸着した電子部品を撮像し、吸着ずれを測定して、回路基板に搭載時の位置補正を行えるようにしたものがある。更には、搭載ヘッドにおいて画像認識装置を備えるようにし、部品を実装する回路基板の基準マークや、装着ヘッド部原点基準の原点マークを上方から撮像し、回路基板に搭載時の位置補正を行えるようにしたものがある。

【0004】

ここで、このような画像認識装置では、認識対象に撮像レンズを合焦させる必要がある。又、このための合焦動作は、適確で迅速である必要があり、このため、様々な技術が開示されている。

【0005】

例えば、特許文献 1 では、まず第 1 段階として、広い走査範囲に渡って粗いピッチで走査し、その図 5 (B) の符号 9 6 C のコントラストカーブを求めて、大凡のフォーカスポイント P 1 (合焦位置) を見つける。次に第 2 段階として、このフォーカスポイント P 1 と思われる点を含む、狭い走査範囲内を細かいピッチで走査して、その図 5 (C) の符号 9 7 C のコントラストカーブを求めて、該カーブに基づいてフォーカスポイント P 2 (合焦位置) を検出する。

【0006】

これら 2 段階のオートフォーカス動作では、始めから広い走査範囲に渡って細かいピッチでコントラストを求めて合焦位置を見つける動作に比べて、短時間で、かつ精度良くフォーカスポイントを見つけることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開平 1 0 - 4 8 5 1 2 号公報（図 5）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1 では、第 1 段階において、コントラストカーブ 9 6 C を得るためには、粗いピッチで迅速に動作させても、広い範囲の、多数の焦点位置において撮像し、撮像した多数の画像に基づいてコントラストを求める必要がある。又、第 2 段階において、走査範囲は狭めたとしても、今度はコントラストカーブ 9 7 C を得るためには、第 1 段階より細かいピッチで、やはり多数の焦点位置において撮像し、撮像した多数の画像に基づいてコントラストを求める必要がある。

10

【 0 0 0 9 】

従って、特許文献 1 においても、多数の焦点位置において撮像しコントラストを求める必要があり、合焦位置を求めるためには、時間がかかるという問題がある。

【 0 0 1 0 】

又、一般に、フォーカシングステージの移動速度を大きくすると、サンプリングポイント数が少なくなってしまう。従って、特許文献 1 の第 1 段階のフォーカス動作を含め、粗フォーカス動作においても、フォーカシングステージを高速で移動させることが難しく、大凡のフォーカスポイントを算出するのにも時間がかかるという問題があった。

【 0 0 1 1 】

20

本発明は、前記従来の問題点を解決するためのもので、合焦位置を求めるための、焦点位置を変えた撮像回数を抑えることで、短時間で合焦位置を求めることができる電子部品実装装置の自動焦点調整方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明は、電子部品を基板に実装すると共に、焦点位置を光軸方向に移動させて認識対象物に合焦させ、これを撮像し認識する画像認識装置を備えた電子部品実装装置の自動焦点調整方法において、前記画像認識装置に接続された撮像装置の焦点位置を光軸方向に移動させ、少なくとも 2 つの焦点位置で認識対象物を撮像して、各焦点位置における合焦位置を示すデータを取得し、該合焦位置データに基づいて合焦位置を算出することにより、前記課題を解決したものである。

30

【 0 0 1 3 】

又、本発明は、電子部品を基板に実装すると共に、焦点位置を光軸方向に移動させて認識対象物に合焦させ、これを撮像し認識する画像認識装置を備えた電子部品実装装置の自動焦点調整方法において、前記画像認識装置に接続された撮像装置の焦点位置を光軸方向に移動させ、3 つの焦点位置で認識対象物を撮像して、各焦点位置における合焦位置を示すデータを取得し、これら焦点位置における合焦位置データを比較することで、これら焦点位置の範囲に合焦位置が存在するか否かを判定することにより、前記課題を解決したものである。

【発明の効果】

40

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、合焦動作は、2 つ、あるいは 3 つ程度の異なる焦点位置で撮像した画像のみを用いるものであり、撮像に要する時間も、撮像した画像を処理する時間も短縮することができる。ごく限られた数の画像のみ撮像するのであれば、カメラの焦点位置を高速に移動させることが出来、短い時間で合焦位置を算出することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 5 】

以下、図を用いて本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、本発明が適用された実施形態の電子部品実装装置の斜視図である。

50

【 0 0 1 7 】

本実施形態の電子部品実装装置 1 は、図 1 に示すように、中央部から少し後方で左右方向に延在されている回路基板搬送路 2 により搬送され、位置決めされた回路基板 5 上に、図示の下側に配設された部品供給装置 1 1 から供給される電子部品 7 (図 2) を吸着ノズル 4 で吸着し実装する搭載ヘッド 3 と、該搭載ヘッド 3 を X 方向及び Y 方向にそれぞれ移動させる X 軸移動機構 1 2 及び Y 軸移動機構 1 3 を備えている。ここで、Y 軸移動機構 1 3 は、X 軸移動機構 1 2 と一体で搭載ヘッド 3 を Y 軸方向に移動させる。

【 0 0 1 8 】

又、該搭載ヘッド 3 は、吸着ノズル 4 を Z 軸方向に昇降可能に移動させる Z 軸移動機構を備えていると共に、吸着ノズル 4 を、ノズル軸 (吸着軸) を中心に回転させる θ 軸回転機構を備えている。

10

【 0 0 1 9 】

更に、該搭載ヘッド 3 には、回路基板 5 上を上方から撮像する基板認識装置 (撮像装置) 1 7 が、支持部材を介して取付けられている。この基板認識装置 1 7 は、回路基板 5 上に形成された基板マークや、装着ヘッド部原点基準の原点マークを上方から撮像し、認識するようになっている。この装着ヘッド部原点基準は、電子部品実装装置 1 において、搭載ヘッド 3 を移動して基板認識装置 1 7 により撮像可能な範囲に設けたものである。

【 0 0 2 0 】

又、部品供給装置 1 1 の側部には、その上方に搭載ヘッド 3 を移動させ、吸着ノズル 4 に吸着された電子部品 7 を下方から撮像し、認識する部品認識装置 1 6 が配置されている。

20

【 0 0 2 1 】

次に、図 2 は、本実施形態に用いられる制御関係のハードウェア構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 2 】

搭載ヘッド 3 は、図 2 に示す X 軸モータ 2 1 が装着された図示されない X 軸機構部により、図 1 において矢印 X で示される X 軸方向の軸移動がなされ、Y 軸モータ 2 2 がそれぞれ装着された図示されない Y 軸機構部により、図 1 において矢印 Y で示される Y 軸方向の軸移動がなされる。

【 0 0 2 3 】

又、該搭載ヘッド 3 に内蔵される、Z 軸モータ 2 3 が装着された図示されない Z 軸機構部により、搭載ヘッド 3 は、Z 軸方向 (高さ方向) に昇降させられる。更に、 θ 軸モータ 2 4 が装着された図示されない θ 軸回転機構により、該搭載ヘッド 3 の吸着ノズル 4 は、 θ 軸方向の軸移動がなされ、そのノズル中心軸 (吸着軸) を中心にして回転させられる。

30

【 0 0 2 4 】

又、前述の基板認識装置 1 7 及び部品認識装置 1 6 は、いずれも、CCD カメラを用いるものであり、画像認識装置 2 7 に接続されている。まず、基板認識装置 1 7 は、回路基板 5 の基準マークや、装着ヘッド部原点基準の原点マークを上方から撮像し、認識する。又、部品認識装置 1 6 は、吸着ノズル 4 に吸着した電子部品 7 を下方から撮像し、認識するものである。

40

【 0 0 2 5 】

図 2 に示すように、これら基板認識装置 1 7 及び部品認識装置 1 6 は、CPU 2 7 c 及びメモリ 2 7 b を有する画像認識装置 2 7 が内蔵する、A/D 変換器 2 7 a に接続されている。該画像認識装置 2 7 は、部品認識装置 1 6 によって撮影される電子部品 7 や、基板認識装置 1 7 によって撮像される回路基板 5 上の基準マークによって、電子部品 7 の寸法や中心位置、又、 θ 軸を中心とする回転角を測定するシステムを構成している。該画像認識装置 2 7 は、コントローラ 2 0 からの指示を、記憶装置 2 5 を介して受ける。

【 0 0 2 6 】

このコントローラ 2 0 は、CPU、RAM、ROM を内蔵し、キーボード 2 8、マウス 2 9、画面表示装置 2 6 が接続されている。該画面表示装置 2 6 は、画像認識装置 2 7 に

50

も接続されている。又、該コントローラ 20 は、前述した X 軸モータ 21、Y 軸モータ 22、Z 軸モータ 23、θ 軸モータ 24、記憶装置 25 が接続されている。該コントローラ 20 は、電子部品実装装置の実装動作の全体的な制御を行う。

【0027】

又、前述の画像認識装置 27 は、基板認識装置 17 が撮像した画像を認識するもので、基板認識装置 17 で撮像された画像の画像信号を、A/D 変換器 27a によりデジタル信号に変換してメモリ 27b に格納し、CPU 27c が処理することで、回路基板 5 の基準マークや、装着ヘッド部原点基準の原点マークの位置を正確に把握し、これにより、回路基板 5 の搬入位置や、搭載ヘッド 3 の原点位置を正確に把握し、設定するようになっている。

10

【0028】

更に、該画像認識装置 27 は、部品認識装置 16 が撮像した画像を認識するもので、部品認識装置 16 で撮像された画像の画像信号を、同様に、A/D 変換器 27a によりデジタル信号に変換してメモリ 27b に格納し、CPU 27c が処理することで、吸着ノズル 4 に吸着した電子部品 7 の吸着ずれを測定して、回路基板 5 に搭載時の位置補正を行う。該画像認識装置 27 では、電子部品 7 の中心位置と吸着角度を演算し、電子部品 7 の吸着姿勢、又吸着ずれを測定して、このような位置補正を行う。

【0029】

又、画像認識装置 27 は、以上のように把握された、回路基板 5 の搬入位置や、搭載ヘッド 3 の原点位置、吸着ノズル 4 に吸着した電子部品 7 の吸着姿勢、又吸着ずれといった処理結果から、電子部品 7 を回路基板 5 に搭載する際の搭載位置の補正データを求める。更に、この補正データは、画像認識装置 27 からコントローラ 20 へ転送され、該補正データにより、回路基板 5 に搭載時の電子部品 7 の位置補正が行われる。

20

【0030】

ここで、キーボード 28 とマウス 29 は、電子部品 7 のデータ（部品データと呼ぶ）などのデータを入力するために用いられる。又、記憶装置 25 は、フラッシュメモリなどで構成され、キーボード 28 とマウス 29 により入力された部品データ、及び不図示のホストコンピュータから供給される部品データなどを格納するのに用いられる。表示装置（モニタ）26 は、部品データ、演算データ、及び部品認識装置 16 で撮像した電子部品 7 の画像などを、その表示面 26a に表示する。

30

【0031】

次に、図 3 は、本実施形態において本発明が適用された主要部である基板認識装置 17 の側面図である。

【0032】

まず、基板認識装置 17 の下部には、破線矢印で示すように、回路基板 5 上の撮影箇所 5a を照明する照明装置 32 が取付けられている。基板認識装置 17 が設けられる搭載ヘッド 3 を移動させることで、該撮影箇所 5a には、例えば、回路基板 5 の基準マークや、装着ヘッド部原点基準の原点マークが位置決めされる。

【0033】

又、撮影箇所 5a の画像は、その直上に位置する、リニアガイド 38 により上下動可能な移動プリズム 33 の 2 つの傾斜面を介して 180° 折り返され、更に、固定プリズム 34 の 2 つの傾斜面を介して撮像レンズ 35 に導かれる。このようにして、撮影箇所 5a の画像は、撮像レンズ 35 を介して、CCD カメラ 36 により撮像される。なお、この撮像における光路は、図中の矢印で示される。

40

【0034】

ここで、このような撮像に際し、移動プリズム 33 は、ステー 37 を介して直動軸受のリニアガイド 38 に案内され、上方に配設された直動モータ 39 を駆動力とし、図中、上下方向に移動可能となっている。又、この移動プリズム 33 の上下方向の移動により、撮像レンズ 35 から撮影箇所 5a までの距離が調節可能となり、これにより、該撮像レンズ 35 の焦点位置が、図中上下方向に調節可能となっている。従って、基板認識装置 17 の

50

撮像対象になる、回路基板 5 上の、例えば基板マークなどの撮影個所 5 a の高さが変動しても、移動プリズム 3 3 を直動モータ 3 9 によって移動させることにより、撮影個所 5 a の高さに合焦させることが出来る。

【 0 0 3 5 】

図 4 は、本実施形態における第 1 の自動焦点調整動作処理を示すフローチャートである。

【 0 0 3 6 】

まず、回路基板 5 は、回路基板搬送路 2 上を搬送され、図 1 に図示される位置に位置決めされる。その後、図 4 のステップ S 1 において、搭載ヘッド 3 の移動により、基板認識装置 1 7 は、基板マークなどの撮影個所 5 a をその視野に捉えるよう、該撮影個所 5 a の直上に位置決めされる。

【 0 0 3 7 】

一般に、基板マークなどの撮影個所 5 a の高さは、回路基板 5 の反り等により $\pm 2 \text{ mm}$ 程度ばらつく。このため、搭載ヘッド 3 の移動中に、直動モータ 3 9 により移動プリズム 3 3 を上下方向に移動させ、これにより、基板認識装置 1 7 の焦点位置を撮影個所 5 a の高さのばらつきの下限よりも低い位置、撮影個所 5 a の例えば予め設定された高さよりも 2.5 mm 低い位置に設定する。この位置を点 a とする。図 7 において、この点 a は、「ばらつきの下限 ($- 2.5 \text{ mm}$)」で図示されるように、ばらつきの下限よりも低く、且つ、撮影個所 5 a の予め設定された高さよりも 2.5 mm 低い位置である。

【 0 0 3 8 】

次に、ステップ S 2 では、基板認識装置 1 7 の CCD カメラ 3 6 により、この点 a の高さにおける、撮影個所 5 a の 1 枚目の画像の撮像を行う。

【 0 0 3 9 】

続いて、ステップ S 3 では、基板認識装置 1 7 内部の直動モータ 3 9 を駆動させ、移動プリズム 3 3 を移動させることにより、基板認識装置 1 7 の焦点位置を撮影個所 5 a の高さのばらつきの上限よりも高い位置、例えば撮影個所 5 a の予め設定された高さよりも 2.5 mm 高い位置まで上昇させる。この位置を点 b とする。図 7 において、この点 b は、「ばらつきの上限 ($+ 2.5 \text{ mm}$)」で図示されるように、ばらつきの上限よりも高く、且つ、撮影個所 5 a の予め設定された高さよりも 2.5 mm 高い位置である。

【 0 0 4 0 】

なお、点 a から点 b までは、可能な限り焦点位置を高速に移動させる。

【 0 0 4 1 】

以下、ステップ S 1 及びステップ S 3 における基板認識装置 1 7 の焦点位置の範囲を粗スキャン範囲と呼び、該粗スキャン範囲は、撮影個所 5 a の高さのばらつきの範囲よりも広く設定することになる。

【 0 0 4 2 】

続いて、ステップ S 4 では、基板認識装置 1 7 の焦点位置を上昇させた状態で、CCD カメラ 3 6 により、この点 b の高さにおける、撮影個所 5 a の 2 枚目の画像の撮像を行う。

【 0 0 4 3 】

又、ステップ S 5 では、ステップ S 2 及びステップ S 4 により得られた 2 枚の画像それぞれについて、本発明における、「合焦位置を示すデータ」を求める。例えば、撮像された画像における所定の領域のコントラスト値を求めると共に、そのコントラスト値の逆数を求める。

【 0 0 4 4 】

この「合焦位置を示すデータ」は、基板認識装置 1 7 などの画像認識装置の焦点位置を変化させた場合に、該焦点位置を変化に伴って変化し、且つ、焦点位置が合焦位置では最大値又は最小値となることで、合焦位置を示すことになるデータであり、本発明はこれを具体的に限定するものではない。

【 0 0 4 5 】

この「合焦位置を示すデータ」は、例えば、焦点位置を変化させて撮像する画像の、コントラスト値の逆数、輝度の分散、輝度の標準偏差であってもよい。これらは、少なくとも、画像の特定領域、又、合焦位置を含む所定の焦点位置の範囲内では、上述のように、合焦位置を示すことになるデータである。

【 0 0 4 6 】

続くステップ S 6 では、2 枚の画像を取得した際の基板認識装置 1 7 の焦点位置のデータ、及び、2 枚の画像の所定領域におけるコントラスト値の逆数のデータを用い、以下に説明する「合焦位置算出計算式」に基づいて、粗合焦位置を算出する。

【 0 0 4 7 】

ここで、この「合焦位置算出計算式」について説明する。

10

【 0 0 4 8 】

基板認識装置 1 7 の焦点位置を光軸方向に移動させながら、所定のサンプリング間隔毎に基板マークの撮像を行い、各撮像画像の所定の領域のコントラスト値を求めた場合、一般的には図 5 に示すような、基板認識装置 1 7 の合焦位置 P 1 でコントラスト値が最も大きく、正規分布に類似したグラフ（以下、コントラストカーブと呼ぶ）が得られる。なお、P 1 は、撮像レンズ 3 5 の実際の合焦位置である。

【 0 0 4 9 】

一方、上記方法において、各撮像画像の所定の領域のコントラスト値の逆数を求めた場合、図 6 に示すような、基板認識装置 1 7 の合焦位置 P 1 でコントラスト値の逆数が最も小さく、合焦位置近傍を除いてほぼ二等辺三角形に近い形状を呈するグラフ（以下、コントラスト逆数カーブと呼ぶ）が得られる。

20

【 0 0 5 0 】

ここでは、コントラスト逆数カーブの形状が、ほぼ二等辺三角形形状であるという幾何学的特徴を利用し、図 7 や図 8 に示すように、想定されるコントラスト逆数カーブ上の任意の 2 点（図中の a 点および b 点）のみのデータを用いて、各点からの角度 θ が等しい 1 点を求め、その点 F の座標を粗合焦位置とする。この点 F は、合焦位置算出計算式により求められる、粗合焦位置となる。

【 0 0 5 1 】

ここで、図 7 又図 8 において、点 a 及び点 b は、それぞれ、ステップ S 2 で撮像した画像、あるいはステップ S 4 で撮像した画像に対応するものである。 X_a 及び X_b は、これら画像を撮像した際の焦点位置である。 Y_a 及び Y_b は、これら画像のコントラスト値の逆数である。

30

【 0 0 5 2 】

ここで、 $\theta = \theta'$ とする。すると、これら点 a、点 b、又粗合焦位置の点 F それぞれにおける、焦点位置 X_a 、 X_b 、 X_F 、及び、コントラスト値の逆数 Y_a 、 Y_b 、 Y_F について、次式のように表わすことができる。

【 0 0 5 3 】

【 数 1 】

$$\frac{y_F - y_a}{x_F - x_a} = \frac{y_F - y_b}{x_b - x_F} \quad \dots\dots (1)$$

40

【 0 0 5 4 】

この (1) 式は、次式のように変形することができる。

【 0 0 5 5 】

【 数 2 】

$$x_F = \frac{x_a y_b + x_b y_a - y_F (x_a + x_b)}{y_a + y_b - 2 y_F} \quad \dots\dots (2)$$

【 0 0 5 6 】

なお、粗合焦位置の点 F において、 X_F はその焦点位置を示す。又、この X_F は、粗合焦

50

位置（合焦位置）である。 Y_F は、その粗合焦位置における、合焦位置を示すデータであり、コントラスト値逆数（図6～図8）、輝度の分散や標準偏差（図9、図10）となる。

【0057】

又、上記の（2）式において、 Y_F は、図6～図8のように、グラフ形状が下に凸の場合には（3）式のようになる。あるいは、図5や、後述する変形例の図9や図10のように、グラフ形状が上に凸の場合には（4）式のようになる。

【0058】

【数3】

$$y_F < \min(y_a, y_b) \quad \dots\dots (3)$$

10

【0059】

【数4】

$$y_F > \max(y_a, y_b) \quad \dots\dots (4)$$

【0060】

ここで、グラフ形状が下に凸の場合で、図8のグラフのように仮に $Y_F = 0$ と置き、又 $\theta = \theta'$ とする。すると、次式のように表わすことができる。

【0061】

【数5】

$$\frac{y_a}{x_F - x_a} = \frac{y_b}{x_b - x_F} \quad \dots\dots (5)$$

20

【0062】

又、この（5）式は、次式のように変形することができる。

【0063】

【数6】

$$x_F = \frac{x_a y_b + x_b y_a}{y_a + y_b} \quad \dots\dots (6)$$

30

【0064】

更に、この（6）式は、次式のように変形することができる。なお、次式において、 m は（8）式のとおりである。

【0065】

【数7】

$$x_F = \frac{x_a + m x_b}{1 + m} \quad \dots\dots (7)$$

【0066】

【数8】

$$m = \frac{y_a}{y_b} \quad \dots\dots (8)$$

40

【0067】

ここで、（6）式、（7）式は、いずれも、前述した粗合焦位置の点Fの焦点位置 X_F を算出することができ、従って、合焦位置算出計算式として用いることができる。即ち、これら（6）式及び（7）式によれば、いずれも、合焦位置の X_F は、撮像した2枚の画像に係る点a及び点bにおける、焦点位置 X_a 、 X_b 、及び、コントラスト値の逆数 Y_a 、 Y_b により求められることができる。従って、ステップS6では、このような合焦位置算出計算式によって、粗合焦位置 X_F を算出することができる。

50

【 0 0 6 8 】

なお、ステップ S 1 ～ステップ S 6 までの動作を粗スキャン動作と呼ぶ。

【 0 0 6 9 】

次に、ステップ S 7 では、粗スキャン動作で得られた粗合焦位置 X_F を中心にして、詳細スキャン動作を行い、詳細な合焦位置を算出する。この詳細スキャン動作は、特許文献 1 に記載されるものなど、一般的な合焦動作を採用するようにしてもよく、図 1 1 に示すように、基板認識装置 1 7 の焦点位置 P 1 を、粗合焦位置 を中心として、所定の範囲、例えば粗合焦位置 $\pm 500 \mu m$ だけ光軸方向に移動させながら、所定のサンプリング間隔、例えば $125 \mu m$ ピッチ毎に基板マークの撮像を行い、各撮像画像の所定の領域のコントラスト値を求め、そのピーク位置、つまり詳細合焦位置を算出する。

10

【 0 0 7 0 】

なお、詳細スキャン動作中の基板認識装置 1 7 の移動速度は、当然のことながらステップ 3 の動作よりも遅いものとなる。又、このような詳細スキャン動作によって求められる所定の領域のコントラスト値のピーク位置算出には、予め作成した所定の関数からなる近似式を用いてもよい。

【 0 0 7 1 】

詳細合焦位置が算出されると、最後にステップ S 8 では、基板認識装置 1 7 の焦点位置を上記詳細合焦位置に一致させ、再度撮像を行うことで、撮影個所 5 a の認識を行うことができ、例えば、撮影個所 5 a にある基板マークの位置を高精度に算出することができる。

20

【 0 0 7 2 】

なお、図 4 のフローチャートにより以上において説明した、第 1 の自動焦点調整動作処理の説明については、図 7 や図 8 のような、コントラスト値の逆数の場合を主としているが、図 9 や図 1 0 のグラフのように、輝度の分散や標準偏差の場合にも、同様な処理によって、自動焦点調整動作処理を行うことができる。

【 0 0 7 3 】

ここで、上記では、粗スキャン範囲を基板マーク高さのばらつきの範囲よりも広く設定する方式について説明したが、続いて、粗スキャンの範囲を広く設定せず、粗スキャン範囲内に基板マークが存在しない場合についてのみ再度粗スキャンを行う方式について説明する。

30

【 0 0 7 4 】

図 1 2 は、本実施形態における第 2 の自動焦点調整動作処理を示すフローチャートである。

【 0 0 7 5 】

図 1 2 において、まずステップ S 1 1 では、前述の図 4 のステップ S 1 と同様、回路基板搬送路 2 上に回路基板 5 が搬送され、位置決めされる。その後、搭載ヘッド 3 は基板認識装置 1 7 が回路基板 5 上の基板マーク直上となるように移動する。この時、基板認識装置 1 7 の焦点位置は、予め設定された基板マーク高さよりも所定の高さ、例えば $1 mm$ 低い位置に設定する。

【 0 0 7 6 】

次に、ステップ S 1 2 では、CCD カメラ 3 6 により基板マークの撮像を行う。この際の焦点位置を点 a とする。

40

【 0 0 7 7 】

続いて、ステップ S 1 3 では、基板認識装置 1 7 内部の直動モータ 3 9 を駆動させ、移動プリズム 3 3 を移動させることにより、基板認識装置 1 7 の焦点位置を所定の範囲、たとえば $2 mm$ 上昇させる。

【 0 0 7 8 】

次に、ステップ S 1 4 では、再度 CCD カメラ 3 6 により基板マークの撮像を行うが、この動作は基板認識装置 1 7 の焦点位置上昇動作中に行う。基板認識装置 1 7 の焦点位置の上昇範囲のほぼ中間地点、例えば焦点位置を $2 mm$ 上昇させる場合には $1 mm$ の地点で

50

ＣＣＤカメラ３６により基板マークの撮像を行う。この際の焦点位置を点ｃとする。又、これらステップＳ１３及びステップＳ１４では、可能な限り焦点位置を高速に移動させる。

【００７９】

次には、ステップＳ１５、及びステップＳ１６において、基板認識装置１７の焦点位置移動動作が終了したら、再度ＣＣＤカメラ３６により基板マークの撮像を行う。この際の焦点位置を点ｂとする。

【００８０】

続いて、ステップＳ１７では、前述のステップＳ１２、ステップＳ１４及びステップＳ１６の動作により得られた３枚の画像それぞれについて、所定の領域のコントラスト値を求めるとともに、そのコントラスト値の逆数を求める。

10

【００８１】

次に、ステップＳ１８では、点ａ～点ｃ～点ｂまでの粗スキャン範囲内に、合焦位置が存在するかの判定を行う。これは、ステップＳ１２、ステップＳ１４およびステップＳ１６の動作により得られた３枚の画像を所定の領域におけるコントラスト値の逆数によって比較を行うものである。

【００８２】

ここで、図１３及び図１４では、ステップＳ１２のａ点、ステップＳ１４のｃ点、ステップＳ１６のｂ点を含めた、それぞれの焦点位置におけるコントラスト値の逆数（合焦位置を示すデータ） Y_a 、 Y_c 、 Y_b が示され、その相互の大小関係が示される。

20

【００８３】

まず、粗スキャン範囲内に合焦位置が存在する場合には、図１３に示すように、 $Y_a - Y_c > 0$ 且つ $Y_c - Y_b < 0$ となる。ここで、添え字 a、b、c、は、それぞれの撮像点を表している。

【００８４】

あるいは、粗スキャン範囲内に合焦位置が存在しない場合は、図１４に示すように、 $Y_a < Y_c < Y_b$ 、又は、 $Y_a > Y_c > Y_b$ となる。

【００８５】

粗スキャン範囲内に合焦位置が存在する場合には、次に、ステップＳ２０において、ステップ６同様に a 点および b 点のデータを、前述の（６）式や（７）などの合焦位置算出計算式に代入することで、粗合焦位置を算出することができる。

30

【００８６】

あるいは、粗スキャン範囲内に合焦位置が存在しない場合には、次に、ステップＳ１９において、基板認識装置１７の合焦位置をコントラスト値の逆数が小さくなる方向（ $Y_a < Y_b$ であれば下方、 $Y_a > Y_b$ であれば上方）へ所定の距離、例えば１ｍｍ移動させる。このステップＳ１９の後には、再度、ステップＳ１２～ステップＳ１７の動作を行い、又、粗スキャン範囲内に合焦位置が存在するかの判定を行い、粗合焦位置が存在する場合には、ステップＳ２０において、a 点および b 点のデータを、前述の（６）式や（７）などの合焦位置算出計算式に代入することで、粗合焦位置を算出することができる。

【００８７】

40

続くステップＳ２１では、前述の図４のステップＳ７同様、粗スキャン動作で得られた合焦位置を中心に詳細スキャン動作を行い、詳細な合焦位置を算出する。又、この後、最後のステップＳ２２では、前述のステップＳ８同様、基板認識装置１７の合焦位置と詳細合焦位置とを一致させ、再度撮像することにより、基板マークなどの認識を行い、基板マークの位置などを高精度に算出することができる。

【００８８】

なお、図４のフローチャートにより説明した第１の自動焦点調整動作処理のステップＳ１～ステップＳ６の合焦位置（粗合焦位置）の算出処理、又図１２のフローチャートにより説明した第２の自動焦点調整動作処理のステップＳ１１～ステップＳ２０の合焦位置（粗合焦位置）の算出処理は、いずれも単一の合焦位置算出処理として用いることもできる

50

。これら本発明の合焦位置算出処理を単一に用いても、十分の合焦位置の精度が得られる場合も多い。

【００８９】

あるいは、これら本発明の合焦位置算出処理は、共に用いて、あるいは特許文献１などの他の合焦位置算出処理と組み合わせて用いてもよい。

【００９０】

更には、図１５に示すように、これらの合焦位置算出処理は、必要な精度の合焦位置が算出されるまで、繰り返し用いるようにしてもよい。図１５において、ステップＳ３７は、これら本発明の合焦位置算出処理のいずれかである。又、ステップＳ３８では、合焦位置が見出されていなかったり、合焦位置の精度が不十分であったりすると「Ｎ」となり、ステップＳ３７の処理が繰り返される。あるいは、ステップＳ３８では、必要な精度の合焦位置が算出されると「Ｙ」となり、処理の繰り返しを終了する。

10

【００９１】

又、これら本発明の合焦位置算出処理は、２枚、あるいは３枚などの撮像画像により処理を行っているが、このような撮像画像の数は具体的に限定されるものではない。例えば、より多い数であってもよく、その場合にも、従来より迅速に合焦位置を求めることができる。

【００９２】

なお、以上の本実施形態の説明では、回路基板５上の基板マーク認識に主眼を置いているが、本発明は、搭載後の部品位置の検査等に適用することもできる。

20

【００９３】

又、本実施形態では、粗合焦位置を算出するために、一度、基板認識手段の焦点位置を基板マーク高さよりも下方に移動させて撮像動作を行い、その後、焦点位置を基板マーク高さよりも上方に移動させて再度撮像動作を行ったが、焦点位置を基板マーク高さよりも上方に移動させて撮像動作を行った後、基焦点位置を基板マーク高さよりも下方に移動させて再度撮像動作を行うことで粗合焦位置を算出してもよい。

【００９４】

本実施形態では、前述のように、合焦位置を示すデータは特に限定されるものではないが、特に、グラフ形状が二等辺三角形に近くなるようなものであれば好適である。例えば、撮像画像の所定領域のコントラスト値の逆数、所定領域の輝度の分散・標準偏差等を用いてもよい。

30

【００９５】

図１２のフローチャートの実施形態では、粗スキャン範囲内に合焦位置が存在しない場合は、再度粗スキャン動作を行ったが、詳細スキャン範囲を変更する等して、そのまま詳細スキャン動作に移行しても良い。

【００９６】

本発明の実施形態では、基板認識装置１７において、直角プリズムを使用したか、ハーフミラーやその他のプリズムを使用してもよく、複数ミラー構成等にしてもよい。又、照明装置３２では、斜方照明を使用したか、他の照明を使用してもよい。更に、本発明の実施形態では直動モータ３９を使用したか、回転モータにボールネジやベルト機構など利用して直線駆動ができる機構を使用してもよく、また超音波モータやピエゾ素子などの微小駆動装置等を使用してもよい。

40

【００９７】

本発明の実施形態の基板認識装置１７では、移動プリズム３３を移動させて基板認識手段の焦点位置の変更を行ったが、撮像レンズ３５及びＣＣＤカメラ３６を移動させたり、基板認識装置１７全体を移動させる等して焦点位置の変更を行っても良い。

【図面の簡単な説明】

【００９８】

【図１】本発明が適用された実施形態の電子部品実装装置の斜視図

【図２】上記実施形態に用いられる制御関係のハードウェア構成を示すブロック図

50

【図 3】前記実施形態において本発明が適用された主要部である基板認識装置の側面図

【図 4】前記実施形態における第 1 の自動焦点調整動作処理を示すフローチャート

【図 5】前記実施形態における基板認識装置の焦点位置及びコントラスト値との関係を示すグラフ

【図 6】前記実施形態における基板認識装置の焦点位置及びコントラスト値逆数との関係を示すグラフ

【図 7】前記実施形態における基板認識装置の焦点位置及びコントラスト値逆数との関係を二等辺三角形で近似したグラフ

【図 8】上記図 7 において $Y_F = 0$ と置いた場合の、基板認識装置の焦点位置及びコントラスト値逆数との関係を二等辺三角形で近似したグラフ

10

【図 9】前記実施形態における基板認識装置の焦点位置及び輝度の分散（標準偏差）との関係を示すグラフ

【図 10】前記実施形態における基板認識装置の焦点位置及び輝度の分散（標準偏差）との関係を二等辺三角形で近似したグラフ

【図 11】前記実施形態における詳細スキャン動作を示すグラフ

【図 12】前記実施形態における第 2 の自動焦点調整動作処理を示すフローチャート

【図 13】前記実施形態において粗スキャン範囲内に合焦位置が存在する場合の、基板認識装置の焦点位置及びコントラスト値逆数との関係を示すグラフ

【図 14】前記実施形態において粗スキャン範囲内に合焦位置が存在しない場合の、基板認識装置の焦点位置及びコントラスト値逆数との関係を示すグラフ

20

【図 15】本発明の合焦位置算出処理を繰り返して実行する場合の処理を示すフローチャート

【符号の説明】

【0099】

1 ... 電子部品実装装置

4 ... 吸着ノズル

5 ... 回路基板

5 a ... 撮影箇所

7 ... 電子部品

16 ... 部品認識装置

30

17 ... 基板認識装置（撮像装置）

27 ... 画像認識装置

33 ... 移動プリズム

34 ... 固定プリズム

35 ... 撮像レンズ

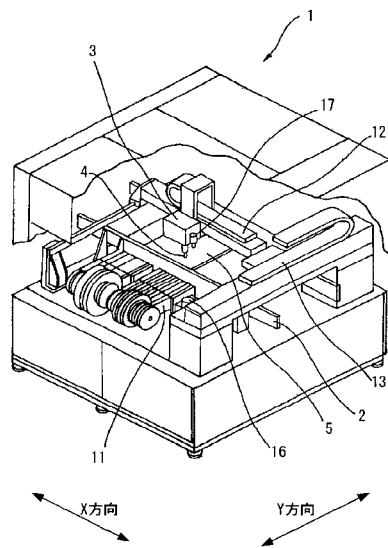
36 ... CCDカメラ

37 ... ステータ

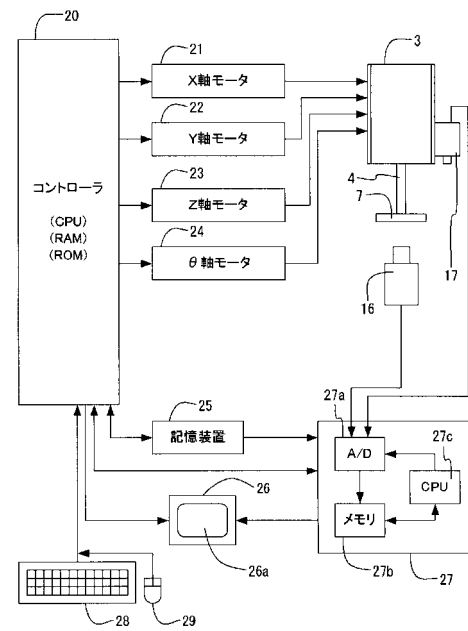
38 ... リニアガイド

39 ... 直動モータ

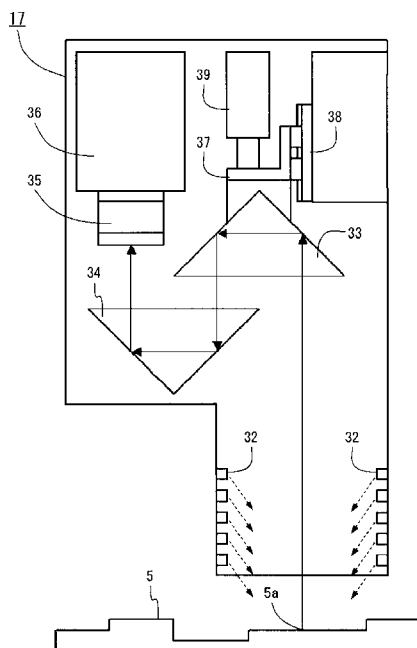
【図 1】



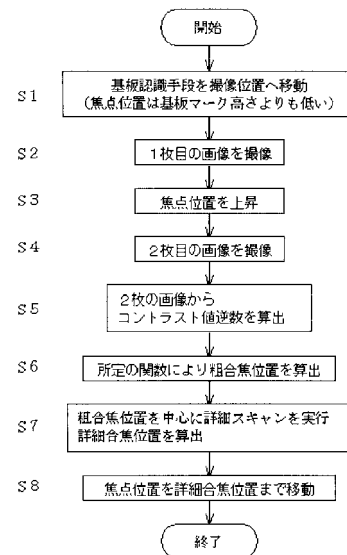
【図 2】



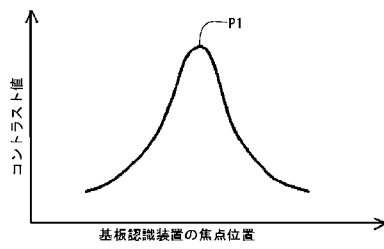
【図 3】



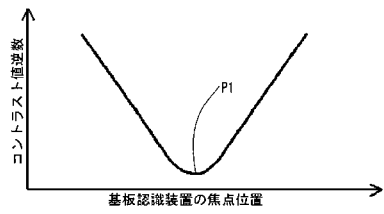
【図 4】



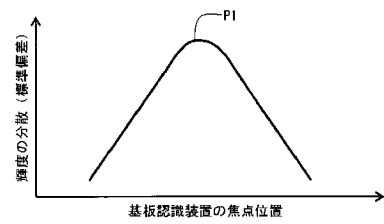
【図 5】



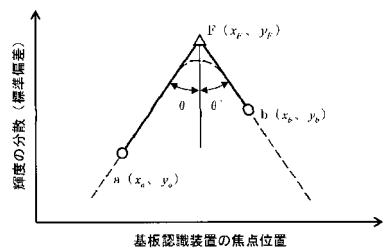
【図 6】



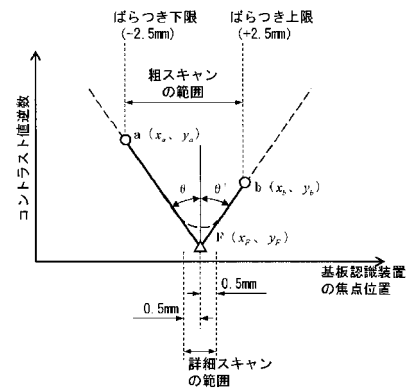
【図 9】



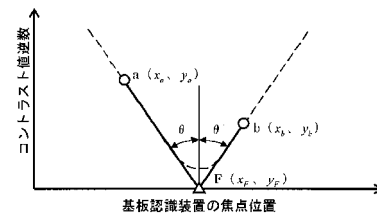
【図 10】



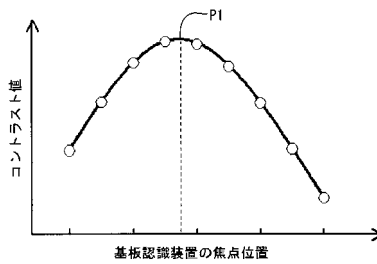
【図 7】



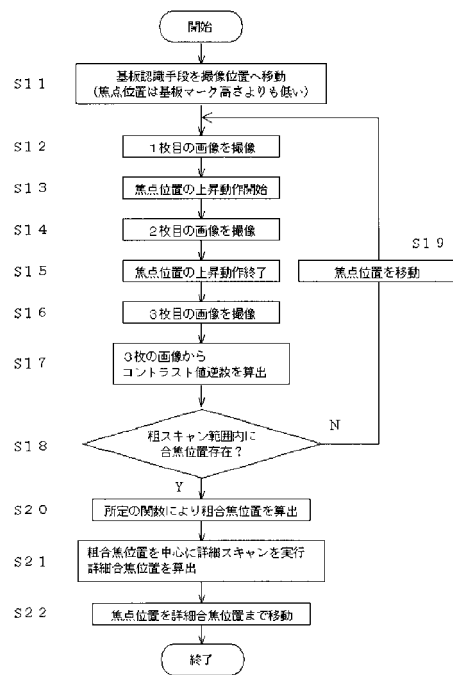
【図 8】



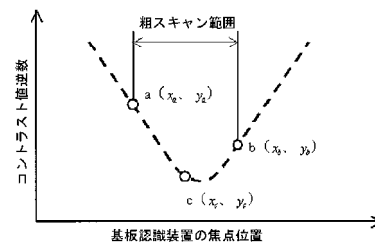
【図 11】



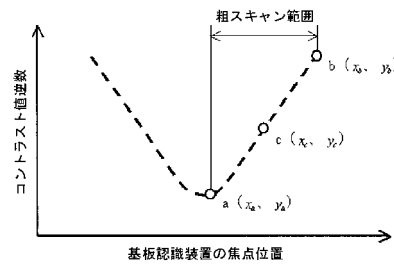
【図 1 2】



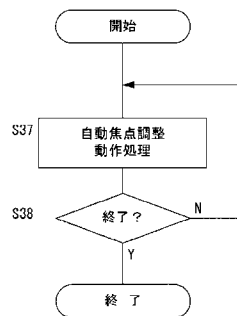
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5E313 AA01 AA11 DD12 EE01 EE02 EE03 EE24 EE37 FF11 FF28
FF32 FG10