

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第6部門第1区分
【発行日】平成17年12月2日(2005.12.2)

【公表番号】特表2002-515124(P2002-515124A)
【公表日】平成14年5月21日(2002.5.21)
【出願番号】特願平10-548285
【国際特許分類第7版】

G 0 1 B 11/24

【F I】

G 0 1 B 11/24 A

G 0 1 B 11/24 K

【手続補正書】
【提出日】平成17年4月26日(2005.4.26)
【手続補正1】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】補正の内容のとおり
【補正方法】変更
【補正の内容】

手 続 補 正 書

平成17年 4月26日

特許庁長官 殿



1. 事件の表示 平成10年特許願第548285号
2. 補正をする者
住 所 アメリカ合衆国, 55305 ミネソタ,
ミネトンカ, アーサー ストリート 13529
氏 名 ビーティ, エルウィン, エム.
3. 代 理 人
〒100-0005
住 所 東京都千代田区丸の内3-2-3, 富士ビル602号室
電 話 (3213) 1561 (代表)
氏 名 (6444) 弁理士 岡 部 正 夫
4. 補正対象書類名 請求の範囲
明細書
5. 補正対象項目名 請求の範囲
明細書
6. 補正の内容 別紙の通り



- (1) 明細書全文および請求の範囲を別紙の通り訂正する。

明 細 書

三次元検査システム

本発明は、三次元検査用の方法および装置に関し、特に1台の軸方向カメラおよび一つの画像を使用する電気構成部分リード線を三次元で検査するための方法および装置に関する。

発 明 の 背 景

従来技術の三次元検査システムは、複数のアクセス・ミラーおよび複数のカメラ、または1台のカメラおよび複数の画像を使用していた。これらのシステムは、プリント基板、集積回路およびその他の小形部品を検査するのに使用された。従来技術の場合には、三次元検査を行うために複数の画像を必要とした。今までの従来技術の方法は、複数の画像を必要とする三角測量法を使用する。複数の画像を使用するので、従来技術の方法はコストが高く、複雑であり、検査するのに時間が掛かった。

従来技術の方法は、一つの画像からリード線を持つ部品を三次元で検査するための方法および装置を含んでいない。三次元システムに対して一つの画像を使用した場合には、速度が速くなり、コストが安くなるという利点がある。それ故、本発明の目的は、走査システムが、測定中の部品の一つの画像だけで測定を行うことができる場合に、リード線をもつ部品用の三次元走査システムを提供することである。

1992年12月22日付の、パーム他の「三次元走査システム」という名称の米国特許第5,173,796号、および1994年1月4日付の、パーム他の「三次元走査システム」という名称の米国特許第5,276,546号は、他の走査システムを開示している。これらの米国特許の全文は、引用によって本明細書の記載に援用する。

発 明 の 概 要

本発明は、電子リード線を含む対象物を三次元で検査するための方法および装置を提供する。検査システムは、焦点板の中央部上に、検査対象の部品を収容するための透明な焦点板を含む。光学的素子は、焦点板の下に位置する一つの軸方

向カメラが側面を撮影することができるよう焦点板の中央部付近に位置している。カメラは、底面図および側面図を含む画像を捉える。焦点板は、さらに、共通の基準点を提供する。プロセッサは、共通の基準点に対する部品を使用して三次元での部品の特徴の位置を決定する。プロセッサは、システムのパラメータに対して不変である一組の寸法上のデータを提供するために、焦点板マスクのような正確に定義した対象物を画像化することによって検査システムを校正する。この校正方法により、一組の状態方程式が得られる。検査対象の対象物に対する光学系、およびオーバーヘッド・ミラーまたはプリズムの相対的な位置を選択すれば、焦点素子を使用しなくてもすむ。底面図とオーバーヘッド図との間の光路長の差は、焦点深度より短い。三次元分析を行うのに一つの画像しか必要としないので、この検査システムを使用すれば、コストが安く、反復して使用することができ、高速で分析を行うことができる。

本発明は、また、一つの画像から電子リード線を三次元で検査するための方法を提供する。本発明の方法は、頂面を持つ透明な焦点板を設置することから始まる。その後で、透明な焦点板の頂面の中央部上に検査対象の電子リード線が設置される。その後で、上記部品の側部斜視図を提供するための固定光学的素子が設置される。さらに、部品の画像と、その内部で、カメラが画像データを提供する固定光学的素子が提供するもう一つの斜視図を入手するために、透明な焦点板の下にカメラが設置される。その後で、部品の三次元分析を行うために、上記画像データがコンピュータにより処理される。

本発明は、また、焦点板マスクを使用して、コンピュータを校正する方法を提供する。ある実施形態の場合には、本発明は、下記のステップで、底面図を校正することによりコンピュータを校正する。本発明は、最初、底面図から直接見ることができる、焦点板マスク上の校正ドットの位置を発見する。その後で、各ドットの位置および大きさが決定される。さらに、各ドットの位置および大きさがメモリに記憶される。その後で、既知の数値を各ドットの位置および大きさと比較することによって、底面の校正のための状態値が決定され、メモリに上記状態値が記憶される。

本発明は、さらに、下記ステップで、側面図を校正することにより、コンピュ

一タの校正を行う。最初に、本発明の方法は、各固定光学的素子で見ることができる校正ドットの位置を決定する。その後で、基準縁部の位置を決定する。その後で、基準縁部から側面の画像および底面の画像の各ドットまでの距離が計算される。さらに、既知の数値から固定光学的素子に対する状態値が決定され、この状態値がメモリに記憶される。

本発明は、また、一つの画像により、電子リード線を持つ対象物の三次元検査を行う。本発明の方法の場合、最初、検査信号が送られてくるのを待つ。本発明は、底面図および側面図を含む対象物の一つの画像を必要とする。その後で、対象物の回転、x座標位置およびy座標位置を発見するために上記画像が処理される。さらに、底面図において、対象物の電子リード線の位置が決定される。その後で、側面図において、対象物の電子リード線の位置が決定され、各リード線に対する基準点が決定される。さらに、ピクセル値が世界値に変換される。その後で、世界値が部品値に変換される。さらに、部品値が測定値に変換されるが、その場合、測定値は、計算した部品値を所定の部品値と比較することにより決定される。最後に、測定値および所定の許容値に基づいて、部品判定結果が提供される。

ある実施形態の場合には、部品判定結果は、合格判定結果、不合格判定結果および再加工判定結果からなるリストの中から選択したある判定結果を含む。

他の実施形態の場合には、所定の許容値は、さらに、合格許容値および不合格許容値を含む。

ある実施形態の場合には、測定値が合格許容値以下であるか、または等しい場合には、部品判定結果は合格判定結果となり、測定値が不合格許容値を超えていた場合には、部品判定結果は不合格判定結果となり、そうでない場合、再加工判定結果となる。

ある実施形態の場合には、カメラが画像を入手した後で部品を除去し、部品の結果を計算している間に透明な焦点板の上に新しい部品を置くことができる。

図面の簡単な説明

本発明を説明するために、添付の図面を参照しながら、好適な実施形態について説明する。

図1 Aは、部品を検査、較正するための本発明の装置である。

図1 Bは、本発明のシステムが入手した例示としての画像である。

図1 Cは、一つの画像から電子リード線を三次元で検査するための方法である。

図2 Aおよび図2 Bは、本発明の三次元検査ループのフローチャートである。

図3 Aは、三次元で対象物の位置を決定するために使用される、本発明の一つの方法である。

図3 Bは、三次元で対象物の位置を決定するために使用される、本発明の別の方法である。

図4は、四つの側部光学的素子を含むカメラにより撮影した較正ドット・パターンの一実施形態である。

図5は、DSおよびDBを決定するための、本発明の方法である。

図6は、システムの較正に使用する、本発明の方法のフローチャートである。

図7は、光学的素子を較正するための方法である。

図8は、三次元で位置を決定するための方法のフローチャートである。

図9 A、図9 B、図9 Cおよび図9 Dは、本発明の部品ホルダーおよび光学的素子の他の実施形態である。

図10 A、図10 B、図10 Cおよび図10 Dは、サブピクセル・リード線寸法測定方法の一実施形態である。

好適な実施形態の詳細な説明

本発明のある実施形態の場合には、本明細書に開示する方法および装置は、電子リード線を持つ対象物を三次元で検査するための方法および装置である。

図1 Aは、三次元検査用の本発明の装置である。上記装置は、レンズ1 2 備えるカメラ1 0 および焦点板2 0 を含む。焦点板2 0 は、カメラにより画像化するための、リード線5 0 を持つ部品3 0 を収容するための中央部2 2 を含む。カメラ1 0 は、部品3 0 の画像を入手するために、焦点板2 0 の中央部2 2 の下に位置する。焦点板2 0 は、部品3 0 のもう一つの斜視図を提供するための光学的素子4 0 を含む。光学的素子4 0 は、焦点板に取り付けられていて、カメラ1 0 に部品3 0 の複数の側面図を提供するために中央部2 2 の周囲に位置している。本発明のある実施形態の場合には、光学的素子4 0 は、プリズムを備えることがで

きる。本発明の他の実施形態の場合には、光学的素子40はミラーを備えることができる。

カメラ10は、部品30の画像、および光学的素子40が提供するもう一つの斜視図を撮影できるような場所に位置している。カメラ10は、画像を捕捉するために、フレーム・グラバー・ボード18を含む。カメラ10の光学系は、焦点板20から底面図の光路、および光学的素子40から提供される側面図の光路を含む焦点深度を持つ。カメラ10は、図2Aおよび図2Bのところで説明するように、三次元検査を行うために、プロセッサ14に画像データ出力を提供する。プロセッサ14は、メモリ16に画像を記憶することができる。

図1Bは、図1Aのシステムが入手した例示としての画像である。カメラ10が撮影した画像60は、焦点板20を通して入手した底面図70を含む。底面図70は、部品32の画像およびリード線52、54、56、58の画像である。画像60は、さらに、焦点板20を通し、光学的素子40から反射した四つの側面の画像80、82、84、86を含む。側面の画像80、82、84、86は、部品32および対応するリード線53、55、57、59の各側面の画像である。例えば、側面図82のリード線53は、底面図70のリード線52に対応し、側面図84のリード線55は、底面図70のリード線54に対応する。以下同じ。当業者なら理解することができると思うが、本発明は、任意の数の側面画像で動作することができる。例えば、1列のリード線を検査するのに、一つの画像を使用することができる。2列のリード線の場合には、二つの画像を使用することができる。

一つの画像から電子リード線を三次元検査するための方法を示す、図1Cについて説明する。この方法の場合、最初に、ステップ1010において、頂面を持つ透明な焦点板が設置される。その後で、ステップ1020において、透明な焦点板の頂面の中央部に検査対象の電子リード線を持つ部品が置かれる。さらに、ステップ1030において、部品の側面の斜視図を提供するための固定光学的素子が設置される。その後で、ステップ1040において、部品の画像と、固定光学的素子が提供するもう一つの斜視図を入手するために、透明な焦点板の下にカメラが設置される。この場合、ステップ1040において、カメラは画像データ

を提供する。その後で、ステップ1050において、部品の三次元分析を行うために、上記画像データがコンピュータにより処理される。

図2Aおよび図2Bは、本発明の三次元検査ループのフローチャートである。プロセスは、ステップ110における、検査信号の入力待ちの状態からスタートする。上記信号により状態が変化すると、システムが検査を開始する。プロセッサは、ステップ110において、カメラからリード線を持つ部品の画像を入手するために、フレーム・グラバー・ボード18にコマンドを送る。ステップ120において、カメラ10は、ピクセル値を含む画像を捕捉し、プロセッサはメモリに画像を記憶する。上記画像は、図1Bの部品の底面図及び多数の側面図の両方からの情報を含む。

ステップ130において、検査システムは、部品が検査焦点板を離れ、次の部品を正しい場所に置くことができるように、図9B、図9Cおよび図9Dの部品ハンドラーに信号を送る。上記ハンドラーは、検査システムが、記憶している画像データを処理している間に部品を設置することができる。

検査システムは、図4の焦点板マスクを使用して、検査システムが校正されている間に発見された中心点に対する、回転、X座標位置、およびY座標位置を発見するために、ステップ140において、記憶した画像のピクセル値を処理する。プロセッサは、部品の本体上の四つの側面上の点を発見して、これらのプレースメント値を決定する。ステップ150において、プロセッサは、理想的な部品の測定値を含む部品識別ファイルを使用する。部品識別ファイルからの上記測定値、およびステップ140において決定したプレースメント値を使用して、プロセッサは、画像の底面図の部分に対する部品の各リード線の予想位置を計算する。プロセッサは、底面図の予想位置に最も近いリード線の位置を決定するために、画像データにより搜索手順を使用する。その後で、プロセッサは、図10A-図10Dのサブピクセル画像処理方法により、各リード線の三つの側面上の縁部を発見することにより、ピクセル値でのリード線のX座標位置およびY座標位置を決定する。

プロセッサは、ステップ160において、図6のところでも説明した計算手順中に決定したように、側面の既知の位置を使用して、画像の側面図の各リード線の

予想位置、および底面図で発見したリード線の位置を計算する。プロセッサは、図3Aのところでさらに詳細に説明する、ピクセル値でのリード線のZ座標位置を決定するために、サブピクセル手順を使用する。

プロセッサがリード線の位置を決定した後で、各リード線の基準縁部を決定するために、検査ループは、ステップ170に進む。プロセッサは、側面図で発見した各リード線の最も近い基準縁部を決定する。ある実施形態の場合には、焦点板を含む光学的素子の接合箇所が、基準縁部としての働きをする。他の実施形態の場合には、基準縁部は、透明な焦点板に内接させることができる。好適な実施形態の場合には、参照縁部を透明な焦点板上に内接することができる。もう一つの実施形態の場合には、ピクセルの仮想ラインが、基準縁部を形成する。プロセッサは、校正中に決定したピクセル値、およびパラメータを使用して、ステップ180において、ピクセル値を各リード線の世界位置に変換する。世界位置は、基準縁部に対するリード線の物理的位置を表わす。プロセッサは、DSおよびDBの大きさを測定し、図3Aおよび図3Bのところでさらに詳細に説明する、各リード線のZ寸法を計算する。

その後で、プロセッサは、理想の部品の座標を指定するために、ステップ190において、計算した部品の回転、X座標位置、およびY座標位置を使用して、世界値を部品値に変換する。部品値は、リード線の長さおよびリード線の幅のような、リード線の物理的寸法を表わす。

ステップ200において、理想の位置からの三次元での各リード線の変位を計算するために、これらの部品値は、部品ファイルに記載されている理想の部品の数値と比較される。本発明の例示としての、ある実施形態の場合には、変位値は、先端のオフセット、傾き、リード線の曲がり、幅および同一平面性を含むことができる。プロセッサは、電子リード線の検査結果を提供するために、ステップ210において、これらの変位値を、部品ファイルに記載されている理想の部品に対する所定のしきい値を比較する。ある実施形態の場合には、所定の許容値は、工業規格からの合格許容値および不合格許容値を含む。測定値が合格許容値より小さいか等しい場合には、プロセッサはその部品を合格とする。測定値が不合格許容値を超えている場合には、プロセッサはその部品を不合格とする。測定値が

合格許容値より大きいが、不合格許容値より小さいかまたは等しい場合には、プロセッサは、その部品を再加工するように指定する。プロセッサは、ステップ220において、その部品の検査結果を報告し、部品の検査を終了する。その後で、プロセスはステップ110に戻り、次の検査信号待ちになる。

図3Aは、対象物の三次元位置を提供するために使用する、本発明の一つの方法である。図6に示す、校正手順により決定したパラメータおよび一つの画像を使用してプロセッサは三次元位置を計算する。プロセッサは、焦点板20の平面と光学的素子40との接合部分により形成される焦点板20の面上の基準線の位置を決定する。光線300は、基準縁部302からカメラ10への光路を示す。光線300、310および320は、カメラ10の軸に対して平行である。プロセッサは、基準縁部302と光路310で示す、光学的素子40の反射面312の対象物330の反射画像との間の距離として距離であるDSを測定する。ある実施形態の場合には、反射面312と焦点板20との間の角度は42度である。当業者なら、カメラ10にリード線の画像を提供できるなら、任意の角度を使用することができることを理解することができるだろう。プロセッサは、光路320により示すように、基準縁部302と、対象物330の画像との間の距離である、距離DBを決定する。光路310と、対象物330と交差している焦点板の面に平行な面とが形成する角度 θ 340を使用して、プロセッサは焦点板の面上の対象物330の距離Z350を決定する。図7は、システムの校正中の角度 θ の計算例を示す。プロセッサは、下記式により距離Zを計算する。

$$Z = DS \tan(45^\circ - \theta/2) - (DB - DS) \tan \theta$$

ここで、DS＝基準縁部から対象物の側面の画像までの距離である。

DB＝基準縁部から対象物の底面の画像までの距離である。

θ ＝光学的素子により反射され、カメラのところに届いた対象物からの光線、および焦点板の面に平行で対象物と交差する面とが形成する角度である。

Z＝焦点板の面から対象物までのZ軸に沿った距離である。

図3Bは、三次元で対象物の位置を決定するために使用される、本発明の別の方法である。この方法の場合には、プロセッサ14は、最初に、焦点板20上に内接している基準線360の位置を決定する。プロセッサは、焦点板20の面への光学的素子40の面312の角度により変化する角度 θ 340を決定する。角度 θ 340は、二つの点332および334により決定される。プロセッサは、カメラに平行に、点332および334から下方に向かって延びる二つの光線333および335の間の距離を測定することによって、点332および334の間の距離を決定する。その後で、プロセッサは、光学的素子40から、カメラのところに届いた、対応する光線370および372の側面図をチェックする。側面図のこれら二つの光線370および372の間の距離は、 Δz であると測定される。 θ は、下記式により決定される。

$$\theta = \text{ARCTAN} (\Delta Z / \Delta X)$$

その後で、上記プロセスは、オフセットRを決定する。この場合、オフセットRは、光学的素子の面312と焦点板20の面との交点382から基準線360の縁部までの距離の測定値である。オフセットRは、下記式により決定される。

$$R = \{(dB - dS) \tan \theta / \tan (45^\circ - \theta / 2)\} - dS$$

ここで、 dS ＝基準縁部から対象物の側面の画像までの距離である。この距離は、光線380から光線370までの距離である。

dB ＝基準縁部から対象物の底面の画像までの距離である。この距離は、光線380から光線333までの距離である。

θ ＝固定光学的素子により反射され、カメラのところに届いた対象物からの光線と、焦点板の面に平行で対象物と交差する面とが形成する角度である。

R ＝光学的素子40の反射面と、透明な焦点板20との間の基準線360および交点382のオフセットである。

その後で、プロセッサは、下記式により、焦点板20の上面からの対象物の高さ Z を決定する。

$$Z = (dS + R) \tan (45^\circ - \theta / 2) - (dB - dS) \tan \theta$$

ここで、 Z は、焦点板の面から対象物までの、 z 軸に沿った距離に等しい。

本発明のある実施形態の場合には、システムは、焦点板の面上に、既知の間隔

および大きさの校正ドットのパターンを置くことにより校正される。図4は、四つの側面光学的素子を持つカメラ10から見た校正ドット・パターンのある実施形態である。もっと少ない側面、またはもっと多くの側面を持つ光学的素子も使用することができる。カメラは、焦点板の面上に位置する光学的素子から底面図および四つの側面図を含む画像を受け取る。校正ドットは、直接画像410および反射画像420として現われる。図5は、直接画像410、反射画像420、および基準縁部302およびDSおよびDBの数値との間の関係を示す。

図6は、焦点板マスク400を使用するシステムを校正するための、本発明の方法を示す。この方法は、校正ドットを発見することにより、ステップ600からスタートする。プロセッサは、底面図から直接見ることができる各ドットの位置および大きさを発見する。これらの結果をメモリに記憶している既知の数値と比較することにより、プロセッサは、ステップ610および620において、底面校正用の喪失状態値を計算する。例えば、ステップ610において、プロセッサは、カメラの歪および回転角度を決定し、ステップ620においては、プロセッサはピクセルの幅および高さを測定する。これらの状態値は、ピクセル幅およびピクセル高さ、ピクセルのアスペクト比、光学系の歪、およびドット・パターンに対するカメラの向きを含む。その後で、プロセッサはこれら結果をメモリに記憶する。これらの結果は、ピクセル値を世界値に変換するために、分析中、使用するための変換係数を提供する。

プロセスは、ステップ630に進み、そこでプロセッサは、側面図および基準縁部で見ることができる校正点を発見する。これらの数値から、プロセッサは、図7に示すように、ステップ640において、光学的素子40の側面図の角度を決定する。プロセッサは、データから各側面ミラーを校正するための喪失状態値を発見することによりスタートする。これらは、焦点板の面に対するミラーの位置を含む。状態値はメモリに記憶される。

図7は、システムが、DSおよびDBを使用して、光学的素子720に対する角度 θ 710をどのように決定するのかを示す。システムは、基準縁部730の位置を発見し、距離DS760を決定するために、対象物750の反射画像740を使用する。DBは、基準縁部730および対象物750からの距離により決

定される。角度 θ 7 1 0の角度計算は、下記式により行われる。

$$\theta = \text{Arc Sin} [DS/DB]$$

ここで、DS＝基準縁部から対象物の側面の画像までの距離である。この距離は、光線380から光線370までの距離である。

DB＝基準縁部から対象物の底面の画像までの距離である。この距離は、光線380から光線333までの距離である。

θ ＝固定光学的素子により反射され、カメラのところに届いた対象物からの光線と、焦点板の面に平行で対象物と交差する面とが形成する角度である。角度 θ が分かれば、検査システムは、空間内の対象物の三次元の位置を決定するために、これらの既知の数値を使用することができる。

図8は、空間内の対象物の三次元の位置を決定するための本発明の検査システムの方法の一実施形態である。この方法は、底面図から対象物を発見することにより、ステップ800からスタートする。搜索方法を使用して、プロセッサは、対象物の座標を決定する。ある実施形態の場合には、プロセッサは、反復可能な位置を発見するために、図10A－図10Dに示すサブピクセル法を使用する。その後で、この方法は、側面図で対象物を発見するために、ステップ810へ進む。プロセッサは、底面図の場合と同じ方法で、対象物に対するサブピクセル位置を決定する。プロセッサは、ステップ820において、サブピクセル位置への基準縁部を発見し、その後で、ステップ830において、DSおよびDBに対する観察した数値を計算する。これらの既知の数値から、プロセッサは、ステップ840において、x、yおよびz座標位置を決定することができる。

図9A、図9B、図9Cおよび図9Dは、本発明の部品ホルダーおよび光学的素子の他の実施形態である。図9Aの場合には、ペDESTAL 910は、焦点板920の中央部に取り付けられている。部品900は、分析のために、ペDESTAL 910上に設置することができる。図9Bの場合には、部品900を焦点板920の頂面の上に釣り下げるために、真空ホルダー950が使用される。真空ホルダー950は、焦点板920の面にほぼ平行に、部品900を釣り下げる。図9Cは、焦点板の中央部922に孔が開いていて、焦点板920の上に部品900を釣り下げている真空ホルダー950である。焦点板920の中央部分922は、

孔が開いていて、そのため、プリズム 940 の内面 942 は、焦点板 920 の開口部とほぼ一直線になっている。図 9D は、ミラー 952 が、プリズム 940 の代わりに使用されている点を除けば、図 9C ののと同じものである。

サブピクセル・リード線寸法測定方法の一実施形態を示す図 10A-図 10D について説明する。プロセッサは、リード線の先端 51 を持つリード線 50 に対する、理想の位置中心を発見するために、底面図から決定した既知のパラメータからスタートする。部品のおよび照明状態のような他のパラメータにより、リード線先端 51 の理想の位置の中心は変化する。プロセッサは、図 10A に示す座標 n_x 、 n_y のような、理想の中心位置の周囲に、 11×19 のような、問題の領域を指定する。例えば、カメラは、リード線の 1 インチの約 1600 分の 1 を表わす、ピクセルにより、 1024×1024 個のピクセルを含む CCD カメラである。本発明の精神および範囲から逸脱しないで、他の光学的システムおよびカメラ・タイプも使用することができる。問題の領域の大きさは、一本のリード線だけが、問題の領域内に含まれるように選択される。ピクセルの予想される幅、 nW 、部品の本体までのリード線 50 の使用できる予想の長さ、 nL を使用することにより、図 10A に示すように予想されるリード線の寸法が発見される。問題の領域内で、プロセッサは、リード線の先端 51 に対向する外部縁部から、リード線の先端 51 の方向に、一回に 1 ピクセルだけ移動することにより、リード線の先端 51 を発見する。プロセッサは、リード線の先端 dT の縁部になる最大勾配を持つピクセルを決定する。各ピクセルの勾配は、次のピクセルのグレー・スケール値からそのピクセルのグレー・スケール値を差し引くことにより発見することができる。ノイズにより起こる可能性がある影響を少なくするために、プロセッサは、個々のピクセルを使用するのではなく、三つまたはそれ以上のピクセルのグループを平均することにより、前に進むことができる。リード線の先端 51 が発見されると、プロセッサは、理想の部品により指定されているように、リード線に平行に軸方向に沿って、リード線に、例えば、5 ピクセル移動することによって、二つのリード線の先端の縁部の位置、 dS_1 および dS_2 を決定する。その後で、この方法は、ラインに沿って最大の勾配が発見されるまで、リード線に垂直なラインに沿って、各側縁部の方向に移動して行われる。最大の

勾配を持つピクセル dS_1 および dS_2 は、側部の位置として定義される。

その後で、プロセッサは、第二のサブピクセル動作のための、もっと正確なシード位置を発見するために、図10Bに示すように、サブピクセル動作を行う。プロセッサは、各位置 dT 、 dS_1 および dS_2 の周囲に、小さな 3×5 のボックスを形成する。サブピクセル動作は、左から右へ移動し、もっと多くの反復可能な位置 dT を発見して、各行の三つのピクセルの平均を取ることで dT でスタートする。同様に、各列のピクセルの平均を取りながら、リード線の縁部でないところから、リード線内に移動して、側部位置に対するもっと正確なシード位置 dS_1 および dS_2 が発見される。

これらの新しいシード・ピクセルが決定されると、プロセッサは新しいシード点 $dTip$ を使用し、先端の点の中心が、 dT 上に左から右に移動し、図10Cに示すように、 $(dS_1 \text{ および } dS_2) / 2$ の上で、頂部から底部に中心が移動する、大きさ $2nW \times 2nW$ の大きなサブピクセル・ボックスを定義することにより、先端の位置を決定する。ここでもまた、プロセッサは、先端の位置である $dTip$ を発見するために、各行のピクセルの平均を取りながら、リード線の縁部から、リード線に向かって、左から右に移動する。もっと多くのピクセルを含むもっと大きなボックスを使用することにより、もっと反復可能な結果が入手される。

同様に、図10Dに示すように、寸法 $nL \times nW$ のサブピクセル・ボックスと一緒に、シード位置 dS_1 および dS_2 を使用して、側部位置が発見される。第一のボックスの場合には、シード位置は、 dS_1 および $(dT_{ip} + nL / 3)$ である。第二のボックスの場合には、シード位置は、 dS_2 および $(dT_{ip} + nL / 3)$ である。プロセッサは、各列のピクセルの平均を取りながら、リード線の方に移動し、以下に示すサブピクセル・プロセスを使用して、 $dSide_1$ および $dSide_2$ であるサブピクセル位置を決定する。その後で、リード線の幅が $dSide_1 - dSide_2$ により計算される。

C言語で実行されるサブピクセル縁部検出の一例を以下に示す。

プログラム

特許法に適合するように、必要に応じて、当業者に、この新規な原理を適用し、上記の特殊化した構成部分を組立て、使用するために必要な情報を提供するために、本発明をかなり詳細に説明してきた。しかし、本発明は、ハッキリと異なる装置および手段により実行することができること、また本発明の範囲から逸脱しないで、装置の詳細および動作手順の両方を種々に修正することができることを理解されたい。

請求の範囲

1. 電子リード線（５２、５４、５６、５８）の三次元検査を行うための装置において、

a) 頂面の中央部（２２）上に、検査対象の電子リード線（５２、５４、５６、５８）を有する部品（３０）を収容するための、前記頂面を有する透明な焦点板（２０）と、

b) 前記透明な焦点板（２０）の前記頂面に取り付けられている固定光学的素子（４０）であって、前記透明な焦点板（２０）を通して、前記部品（３０）の側面図を反射するように、位置している固定光学的素子（４０）と、

c) 前記透明な焦点板（２０）を通して、前記部品（３０）の底面図と、前記固定光学的素子（４０）からの前記部品の側面図とを含む画像を受け取るように前記透明な焦点板（２０）の下に配置されたカメラであって、前記底面図および側面図を表わす画像データ出力を持つカメラ（１０）と、

d) 前記画像データ出力を受け取るように接続されたプロセッサ（１４）であって、電子リード線（５２、５４、５６、５８）を検査するために、前記画像データ出力を三次元分析するプロセッサ（１４）と、を備える装置。

2. 請求項１に記載の装置において、前記装置は、校正するために焦点板マスク（図４）を使用し、前記焦点板マスクが校正ドット・パターンを更に含むことを特徴とする装置。

3. 請求項１に記載の装置において、前記カメラ（１０）に対して前記部品（３０）の四つの側面図を提供するために、前記透明な焦点板（２０）の中央部（２２）の周囲に取り付けられている四つの固定光学的素子（４０）を更に備える装置。

4. 請求項１に記載の装置において、前記固定光学的素子（４０）が、プリズムを更に含むことを特徴とする装置。

5. 請求項１に記載の装置において、前記固定光学的素子（４０）が、ミラーを更に含むことを特徴とする装置。

6. 請求項１に記載の装置において、前記カメラ（１０）からの前記画像デー

タがメモリ（１６）に記憶されることを特徴とする装置。

７．請求項１に記載の装置において、前記プロセッサ（１４）が、次式により、透明な焦点板（２０）からの対象物の高さを決定することを特徴とする装置。

$$Z = DS \tan(45^\circ - \theta/2) - (DB - DS) \tan \theta$$

（ここで、 DS ＝基準縁部から前記対象物の側面図までの距離である。

DB ＝基準縁部から前記対象物の底面図までの距離である。

θ ＝前記固定光学的素子により反射され、前記カメラのところに届いた前記対象物からの光線と、前記透明な焦点板の面に平行で前記対象物と交差する面とが形成する角度である。

Z ＝前記透明な焦点板の面から前記対象物までの Z 軸に沿った距離である。）

８．請求項７に記載の装置において、前記固定光学的素子（４０）の反射面と透明な焦点板（２０）との交点が基準縁部であることを特徴とする装置。

９．請求項１に記載の装置において、前記プロセッサ（１４）が、次式により、透明な焦点板（２０）からの対象物の高さを決定することを特徴とする装置。

$$Z = (dS + R) \tan(45^\circ - \theta/2) - (dB - dS) \tan \theta$$

（ここで、 dS ＝基準縁部から前記対象物の側面図までの距離である。

dB ＝基準縁部から前記対象物の底面図までの距離である。

θ ＝前記固定光学的素子により反射され、カメラに届いた前記対象物からの光線と、前記透明な焦点板に平行で前記対象物と交差する面とが形成する角度である。

R ＝基準線と、前記固定光学的素子の反射面および前記透明な焦点板の間の交線とのオフセットである。

Z ＝前記透明な焦点板の面から前記対象物までの Z 軸に沿った距離である。）

１０．請求項９に記載の装置において、前記プロセッサ（１４）が、次式により角度 θ およびオフセット R を決定することを特徴とする装置。

$$\theta = \text{ARCTAN}(\Delta Z / \Delta X)$$

$$R = \{(d\theta - dS) \tan \theta / \tan(45^\circ - \theta/2)\} - dS$$

(ここで、 Δx = 前記底面図に基づく二つの対象物の間の距離である。

Δz = 前記側面図に基づく二つの対象物の間の対応する距離である。)

1 1. 請求項 1 に記載の装置において、前記カメラ (1 0) が、前記部品 (3 0) から前記カメラ (1 0) への光路、および前記部品 (3 0) から前記固定光学的素子 (4 0) への光路を含む前記カメラ (1 0) に対する焦点深度を供給するように校正されたことを特徴とする装置。

1 2. 請求項 1 に記載の装置において、真空ホルダー (9 5 0) が、前記部品 (9 0 0) を透明な焦点板 (9 2 0) の上に釣り下げることを特徴とする装置。

1 3. 請求項 1 2 に記載の装置において、前記透明な焦点板 (9 2 0) の前記中央部 (9 2 2) が切除されていることを特徴とする装置。

1 4. 請求項 1 に記載の装置において、前記部品 (9 0 0) を収容するために、前記透明な焦点板 (9 2 0) の中央部に装着されているペDESTAL (9 1 0) を更に備える装置。

1 5. 請求項 1 に記載の装置において、前記カメラ (1 0) が、前記カメラ (1 0) の軸が前記透明な焦点板 (9 2 0) の表面にほぼ垂直になるように位置していることを特徴とする装置。

- 1 6. 一つの画像から電子リード線の三次元検査を行うための方法であって、
- a) 頂面を有する透明な焦点板を設置するステップ (1 0 1 0) と、
 - b) 前記透明な焦点板の頂面の中央部に検査対象の電子リード線を有する部品を設置するステップ (1 0 2 0) と、
 - c) 部品の側面の斜視図を提供するための固定光学的素子を設置するステップ (1 0 3 0) と、
 - d) 前記部品の画像と、前記固定光学的素子が提供する側面の斜視図とを受け取るために、前記透明な焦点板の下に位置していて、画像データを提供するカメラを設置するステップ (1 0 4 0) と、
 - e) 前記部品の三次元分析を行うために、前記画像データをコンピュータにより処理するステップ (1 0 5 0) とを含む方法。
- 1 7. 請求項 1 6 に記載の方法において、焦点板マスク (図 6) を使用して前記コンピュータを校正するステップを更に含む方法。

18. 請求項17に記載の方法において、前記コンピュータを校正するステップが、

a) 底面図から直接見ることができる、前記焦点板マスク上の校正ドットの位置を決定するステップ(600)と、

b) 各ドットの位置および大きさを決定するステップ(610、620)と、

c) 各ドットの位置および大きさをメモリに記憶するステップ(610、620)と、

d) 各ドットの位置および大きさを既知の値と比較することにより、底面図を校正するための状態値を決定するステップ(620)と、

e) 前記状態値をメモリに記憶するステップ(620)と、

により底面図を校正するステップを更に含むことを特徴とする方法。

19. 請求項18に記載の方法において、前記コンピュータを校正するステップが、

a) 前記各固定光学的素子の、目視できる校正ドットの位置を決定するステップ(630)と、

b) 基準縁部の位置を決定するステップ(630)と、

c) 前記基準縁部から前記側面図および前記底面図の各ドットまでの距離を計算するステップ(640)と、

d) 既知の値から前記固定光学的素子の状態値を決定するステップ(640)と、

e) 前記状態値をメモリに記憶するステップ(640)と、

により側面図を校正するステップを更に含むことを特徴とする方法。

20. 一つの画像から電子リード線を有する対象物を三次元検査するための方法であって、

a) 検査信号の入力を待機するステップ(110)と、

b) 底面図および側面図を含む、前記対象物の画像を取得するステップ(120)と、

c) 前記対象物の回転、x座標位置およびy座標位置とを発見するために、前記画像を処理するステップと、

d) 前記底面図において、前記対象物の前記電子リード線の位置を決定するステップ(150)と、

e) 前記側面図において、前記対象物の前記電子リード線の位置を決定するステップ(160)と、

f) 各リード線の基準点を決定するステップ(170)と、

g) ピクセル値を世界値に変換するステップ(180)と、

h) 世界値を部品値に変換するステップ(190)と、

i) 測定値は、前記部品値を所定の部品値と比較することにより決定され、部品値を該測定値に変換するステップ(200)と、

j) 前記測定値および所定の許容値に基づいて、部品判定結果を提供するステップ(210、220)と、を含む方法。

21. 請求項20に記載の方法において、前記部品判定結果(220)が、合格判定結果、不合格判定結果および再加工判定結果とからなるグループより選択される判定結果を含むことを特徴とする方法。

22. 請求項20に記載の方法において、前記所定の許容値が、合格許容値および不合格許容値を更に含むことを特徴とする方法。

23. 請求項22に記載の方法において、前記部品判定結果(220)が、前記測定値が前記合格許容値より小さいか又は等しい場合の合格判定結果、前記測定値が不合格許容値を超えている場合の不合格判定結果、及び前記の場合以外の場合の再加工判定結果とを含むことを特徴とする方法。

24. 請求項20に記載の方法において、前記画像がメモリ(16)に記憶されることを特徴とする方法。

25. 請求項20に記載の方法において、前記画像を取得した後に前記対象物を取り除いて、前記部品判定結果(220)を計算している間に次の対象物を配置することを特徴とする方法。

26. 請求項20に記載の方法において、前記底面図における前記対象物の前記電子リード線の位置を決定するステップと、前記側面図における前記対象物の前記電子リード線の位置を決定するステップとからなるステップが、

(a) リード線(50)の画像を処理するステップであって、前記画像が、前

記リード線の先端（５１）を含む画像の領域をほぼ示すようにして前記リード線の先端（５１）を含むことを特徴とするステップと、

（ｂ）リード線の先端部の縁部および両側部を含んだ前記リード線の先端部（５１）を含む重要な領域（図１０Ｃ）を定義するステップと、

（ｃ）前記リード線の先端部（５１）の中心の位置を発見するために、前記重要な領域に対してサブピクセル縁部検出（図１０Ｂ）を行うステップと、
を更に含むことを特徴とする方法。

２７．請求項２６に記載の方法において、前記重要な領域（図１０Ｃ）が、一本のリード線全体（５０）の画像のみを含む大きさにされることを特徴とする方法。