

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4619677号

(P4619677)

(45) 発行日 平成23年1月26日 (2011. 1. 26)

(24) 登録日 平成22年11月5日 (2010. 11. 5)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 B 11/24 (2006. 01)

G O 1 B 11/24

K

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-90859 (P2004-90859)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成16年3月26日 (2004. 3. 26)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2004-294439 (P2004-294439A)		GENERAL ELECTRIC CO
(43) 公開日	平成16年10月21日 (2004. 10. 21)		MPANY
審査請求日	平成19年3月15日 (2007. 3. 15)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(31) 優先権主張番号	10/249, 279		クタデイ、リバーロード、1 番
(32) 優先日	平成15年3月27日 (2003. 3. 27)	(74) 代理人	100137545
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 荒川 聡志
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触測定システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複雑部品 (1 5) の非接触測定方法において、
 少なくとも 1 つの撮影装置 (1 1) を使用して、複雑部品上に当てられたレーザ光線を含めて複雑部品の画像を収集する段階と、
前記画像のうち、レーザ光線の像を含む関心スパンを特定する段階と、
前記関心スパン内の複数の行は、各々の行が複数のピクセルを含み、前記複数の行を列方向に走査して、前記関心スパンからレーザ光線の像が存在する領域を列ごとに抽出する段階と、
前記抽出した領域の各々について、各画素の強さ値から輝度分布を生成する段階と、
前記複数の輝度分布の各々について、立ち上がり強さ値ポイント、最大強さ値ポイント及び立ち下がり強さ値ポイントを識別する段階と、
立ち上がり強さ値ポイントの強さ値と立ち下がり強さ値ポイントの強さ値の平均値であるフット強さ値を計算する段階と、
前記最大強さ値ポイントの強さ値と前記フット強さ値を使用して、前記複数の輝度分布の各々について、前記レーザ光線の像のユニークポイントを抽出する段階と、
を含み、
前記撮影装置はカメラであり、
前記収集する過程は、複数の撮影装置から、複雑部品の対応する複数のビューから成る複数の画像を収集することを含み、

10

20

前記収集する過程は、前記複雑部品が固定されているときに、前記複雑部品の周囲で前記撮影装置を移動させることにより、前記複雑部品の複数の画像を収集することを含み、
 前記複数のユニークポイントを抽出する段階は、
 複数の輝度分布の各々について、中間強さ値ポイントの強さ値を E_M とし、フート強さ値を E_P とし、最大強さ値ポイントの強さ値を E_{Max} とするとき、式

$$E_M = E_P + (E_{Max} - E_P) / 2$$

 に従って、中間強さ値ポイントを生成することと、
 複数の輝度分布の各々について、立ち上がり側及び立ち下がり側における中間強さ値ポイントを通る2本の接線を3次式近似当てはめを使用して追跡することと、
 複数の輝度分布の各々について、前記2本の接線の交点を求めて前記レーザ光線の像のユニークポイントとして定義することとを更に含む方法。

10

【請求項2】

複数のユニークポイントを使用して、検査のために使用される複雑部品の表面の3次元(3D)表現を再構成することとを更に含む請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記特定する過程は、
 画像を、各々が対応する複数の強さ値を有する複数の画素からそれぞれ構成される複数のセクションに分割することと、
 前記複数のセクションの各々における各画素の強さ値の和を計算して、強さ値の和の分布を検出することと、
 前記強さ値の和の分布を使用して、レーザ光線の像を含む関心スパンを特定することとを含む請求項1記載の方法。

20

【請求項4】

前記複数のセクションの各々は矩形セクションである請求項3記載の方法。

【請求項5】

複雑部品の非接触測定システムにおいて、
 複雑部品から所定の距離に位置決めされ、複雑部品上に当てられたレーザ光線を含む複雑部品の画像を収集するように構成された少なくとも1つの撮影装置と、
 前記撮影装置に結合され、画像を受信し、更に、
 前記画像のうち、レーザ光線の像を含む関心スパンを特定し、
 前記関心スパン内の複数の行は、各々の行が複数のピクセルを含み、前記複数の行を列方向に走査して、前記関心スパンからレーザ光線の像が存在する領域を列ごとに抽出し、
 前記抽出した領域の各々について、各画素の強さ値から輝度分布を生成し、
 前記複数の輝度分布の各々について、立ち上がり強さ値ポイント、最大強さ値ポイント及び立ち下がり強さ値ポイントを識別し、
 立ち上がり強さ値ポイントの強さ値と立ち下がり強さ値ポイントの強さ値の平均値であるフート強さ値を計算し、
 前記最大強さ値ポイントの強さ値と前記フート強さ値を使用して、前記複数の輝度分布の各々について、前記レーザ光線の像のユニークポイントを抽出するように構成された少なくとも1つのプロセッサ(18)とを具備し、
 前記プロセッサは、
 複数の輝度分布の各々について、中間強さ値ポイントの強さ値を E_M とし、フート強さ値を E_P とし、最大強さ値ポイントの強さ値を E_{Max} とするとき、式

$$E_M = E_P + (E_{Max} - E_P) / 2$$

 に従って、中間強さ値ポイントを生成することと、
 複数の輝度分布の各々について、立ち上がり側及び立ち下がり側における中間強さ値ポイントを通る2本の接線を3次式近似当てはめを使用して追跡することと、
 複数の輝度分布の各々について、前記2本の接線の交点を求めて前記レーザ光線の像のユニークポイントとして定義するように構成されているシステム。

30

40

【請求項6】

50

前記プロセッサは、複数のユニークポイントを使用して、検査のために使用される複雑部品の表面の3次元(3D)表現を再構成するように更に構成されている請求項5記載のシステム。

【請求項7】

前記プロセッサが関心スパンを判定することは、
画像を、各々が対応する複数の強さ値を有する複数の画素からそれぞれ構成される複数のセクションに分割することと、
前記複数のセクションの各々における各画素の強さ値の和を計算して、強さ値の和の分布を検出することと、
前記強さ値の和の分布を使用して、レーザ光線の像を含む関心スパンを特定することとを含む請求項5記載のシステム。

10

【請求項8】

複数のセクションの各々は矩形セクションである請求項7記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般に非接触測定システムに関し、特に、複雑部品の表面の寸法の非接触測定のための方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

20

複雑部品の表面測定は製造業及び修理業の分野で極めて重要である。通常、表面測定は、測定装置を複雑部品と接触させる接触方法により行われる。あるいは、特別に製造されたゲージによって表面測定が実行される。そのような測定システムは、通常、高価で、長い時間を要し、測定誤差を生じやすい。別の状況においては、製造プロセスから出た部品の温度が高すぎて、接触に基づく測定に向かないことも考えられる。多くの接触式方法は、通常、測定に使用される破壊不可能なプローブチップを必要とする。そのようなプローブは通常は高価である。部品が大量に製造される製造業において、測定に使用されるプローブの数が少ないこともある。従って、少数のプローブを使用して多数の検査を行うのには時間がかかり、それは望ましくない。

【0003】

30

非接触法式の測定システムも表面測定に使用されている。いくつかの非接触方式測定システムに伴う問題は、そのような方法が通常は大量の計算又は解釈すべき大量のデータを採用するために、長い時間がかかるということである。例えば、非接触方式の測定システムは、検査すべき部品を含む画像の中に存在する装着器具、雑音などの背景情報を抽出することを必要とするであろう。製造許容差が厳しくなるにつれて、その許容差を維持するための計測技法の必要性が相応して増してくる。品質試験及び性能試験に対するニーズは生産又は製造プロセスとは切り離せないものになっている。

【特許文献1】米国特許第4593967号

【特許文献2】米国特許第6539106号

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、迅速で、費用効率の高い方法で複雑部品の表面寸法を測定する非接触測定システムを採用することが望ましいであろう。

【課題を解決するための手段】

【0005】

簡単には、本発明の一実施例によれば、複雑部品の非接触測定方法が提供される。方法は、少なくとも1つの撮影装置を使用して、複雑部品上に当てられたレーザ光線を含めて複雑部品の画像を収集することと、複雑部品の少なくとも一部を表現し、複雑部品の表面の複数の寸法に関連する情報を含む複雑部品の関心スパンを判定することと、計算を削減

50

するために関心スパンからレーザ光線に対応する情報を抽出し、更に、レーザ光線に対応する情報から、表面の複数の寸法を表現する複数のユニークポイントを抽出することから成る。

【 0 0 0 6 】

別の実施例では、複雑部品の非接触測定システムが提供される。システムは、複雑部品から所定の距離に位置決めされ、複雑部品上に当てられたレーザ光線を含む複雑部品の画像を収集するように構成された少なくとも1つの撮影装置を具備する。システムは、撮影装置に結合され、画像を受信する少なくとも1つのプロセッサを更に具備する。プロセッサは、複雑部品の少なくとも一部を表現し、複雑部品の表面の複数の寸法に関連する情報を含む複雑部品の関心スパンを判定し、且つ計算を減少させるために関心スパンからレーザ光線に対応する情報を抽出し、更に、レーザ光線に対応する情報から、表面の複数の寸法を表現する複数のユニークポイントを抽出するように更に構成されている。

10

【 0 0 0 7 】

更に別の実施例においては、複雑部品の非接触測定システムが提供される。システムは、少なくとも1つの撮影装置と、少なくとも1つの中間プロセッサと、主プロセッサとを具備する。撮影装置は複雑部品から所定の距離に位置決めされ、複雑部品上に当てられたレーザ光線を含む複雑部品の画像を収集するように構成されている。中間プロセッサは撮影装置に結合され、画像を受信する。中間プロセッサは、複雑部品の少なくとも一部を表現し、複雑部品の表面の複数の寸法に関連する情報を含む複雑部品の関心スパンを判定するように構成されている。中間プロセッサは、計算を削減するために関心スパンからレーザ光線に対応する情報を抽出し、更に、レーザ光線に対応する情報から、表面の複数の寸法を表現する複数のユニークポイントを抽出するように更に構成されている。主プロセッサは、中間プロセッサに結合され、複数のユニークポイントを使用して、検査のために使用される複雑部品の表面の3次元(3D)表現を再構成するように構成されている。

20

【 0 0 0 8 】

本発明のこれらの特徴、面及び利点、並びにその他の特徴、面及び利点は、添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読んだときに更に良く理解されるであろう。図面中、いくつかの図を通して同じ図中符号は同じ部分を表す。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 9 】

図1は、複雑部品15の非接触測定システムの一実施例を示すブロック線図である。複雑部品は複数本のレーザ光線を当てることにより照射される。システムは少なくとも1つの撮影装置と、少なくとも1つのプロセッサとを具備する。図示されている実施例は撮影装置11、12及び13と、プロセッサ18とを具備する。各々の構成要素については以下に更に詳細に説明する。

30

【 0 0 1 0 】

ここで使用される「～に適合する」、「構成される」などの用語は、説明される効果を得るために各要素を協働させるための要素間の機械的結合又は構造上の結合を表す。また、それらの用語は、所定の入力信号に応答して出力を提供するためにあるシーケンスを実行するようにプログラムされたアナログコンピュータ、デジタルコンピュータ又は特定アプリケーション向け装置(特定アプリケーション向け集積回路(ASIC))などの電気的要素の動作能力をも表す。

40

【 0 0 1 1 】

撮影装置11、12、13は複雑部品から所定の一定の距離において位置決めされている。撮影装置は、複雑部品上に当てられたレーザ光線を含む複雑部品の複数の画像を収集するように構成されている。レーザ光線は、図2を参照して更に詳細に説明されるいくつかの周知の技法により当てられる。一実施例では、複数の画像は複雑部品の複数のビューに相当する。一実施例では、撮影装置はアナログカメラ及び/デジタルカメラである。

【 0 0 1 2 】

複雑部品が、例えば、位置を固定されているとき、それぞれ対応する固定位置で複数の

50

ビューを収集するように位置決めされた複数の固定撮影装置（１１、１２及び１３など）によって複数の画像を収集することが望ましい。しかし、別の実施例においては、１台のカメラのみを採用し、カメラが部品の複数のビューを収集できるように、カメラ又はその一部が運動自在、例えば、回転自在であることも可能であろう。この実施例では、カメラ又はその一部の場所を登録する追加の過程、並びに追加の画像処理過程が必要になるであろう。

【００１３】

プロセッサ１８は撮影装置に結合され、各撮影装置からの画像を受信するように構成されている。簡潔にするため、１つの画像の処理に関連させて説明を続ける。しかし、複数の画像にも同様に処理過程を適用できることに注意する。

10

【００１４】

プロセッサは、複雑部品の画像の少なくとも一部分を表す複雑部品の関心スパンを判定するように構成されている。ここで使用される関心スパンという用語は、複雑部品の画像の一部分を表す。関心スパンは、レーザ光線により照明された複雑部品の画像の部分と、複雑部品の照明されていない部分とに対応する情報を含む。一実施例では、関心スパンは照明されている複雑部品に場所を限定されており、従って、複雑部品が配置されている背景及び複雑部品が装着されている構造に関連する情報を含まない。関心スパンのみを判定し、その後の処理に関心スパンを使用することにより、計算は相当に削減される。関心スパンを判定する過程については、図３を参照して更に詳細に説明する。

20

【００１５】

プロセッサは関心スパンからレーザ光線に対応する情報を抽出する。レーザ光線に対応する情報を抽出する過程については、図４を参照して更に詳細に説明する。次に、レーザ光線に対応する情報から複数のユニークポイントが抽出され、複数のユニークポイントは表面の複数の寸法を表現している。複数のユニークポイントを抽出する過程については、図６を参照して更に詳細に説明する。プロセッサは複数のユニークポイントを使用して、複雑部品の表面の３次元（３Ｄ）表現を再構成する。３Ｄ表現は製造装置において検査を目的として使用されても良い。

【００１６】

プロセッサが複雑部品の３Ｄ表現を生成する上述の方法及び各々の過程について、図２のフローチャートを参照して更に詳細に説明する。

30

【００１７】

図２は、非接触測定方法により複雑部品の表面の寸法を測定できる方法を示すフローチャートである。図示されている実施例では、複雑部品は複数本のレーザ光線を当てることにより照明される。周知のように、レーザ光線はレーザー源を使用して放出される。一実施例では、Lasirisから入手可能である６７０ｎｍの１０ｍＷシングルラインプロジェクタを有するＰＨＡモデルが使用される。

【００１８】

ステップ２０における入力は当てられたレーザ光線を含む収集画像であり、これがステップ２２に入力される。各ステップについては以下に更に詳細に説明する。

【００１９】

40

ステップ２２では、撮影装置を使用して、当てられたレーザ光線を含む複雑部品の画像が収集される。一実施例では、画像装置はデジタルカメラ及び／又はアナログカメラである。図示されている実施例においては、レーザー源は撮影装置に装着されている。

【００２０】

ステップ２４では、複雑部品の画像の少なくとも一部分を表現する関心スパンが判定される。複雑部品のその部分は、複雑部品の表面の複数の寸法に関連する情報を含む。関心スパンの判定については、図３を参照して更に詳細に説明する。

【００２１】

ステップ２６では、関心スパンからレーザ光線に対応する情報が抽出される。一実施例では、レーザ光線は互いに平行である。しかし、格子パターンなどの他のレーザ光線パタ

50

ーンも適用可能であるが、その場合、ここで説明するような追加の処理過程が要求されることを理解すべきである。レーザ光線に対応する情報を抽出することにより、画像を解析するために必要とされる計算が相当に削減されることに注意する。レーザ光線に対応する情報を抽出する過程については、図 4 を参照して更に詳細に説明する。

【 0 0 2 2 】

ステップ 2 7 では、レーザ光線に対応する情報から複数のユニークポイントが抽出される。複数のユニークポイントは複雑部品の表面の複数の寸法を表現する。複数のユニークポイントを抽出する過程については、図 6 を参照して更に詳細に説明する。

【 0 0 2 3 】

ステップ 2 8 では、複数のユニークポイントを使用して、複雑部品の表面の 3 次元 (3 D) 表現が再構成される。3 D 表現は検査中に解析のために使用されることが可能である。上記のフローチャートにおける様々なステップについては以下に図 3 から図 6 を参照して更に詳細に説明する。

【 0 0 2 4 】

背景雑音を減少させることにより画像の品質を向上させるために、当該技術で良く知られているガウス平滑化又は中央値フィルタリングなどの様々な前処理技法を (ステップ 2 2 で収集された) 画像に適用できることに注意する。図示されている実施例では、関心スパン分離の方法はガウス平滑化を適用した後に画像に対して実行される。

【 0 0 2 5 】

図 3 は、画像から関心スパンを判定することに対応するステップ 2 4 (図 2) が実行される方式を詳細に示すフローチャートである。ステップ 3 0 における入力は当てられたレーザ光線を含む収集画像であり、これがステップ 3 2 に入力される。各々のステップについて以下に更に詳細に説明する。

【 0 0 2 6 】

ステップ 3 2 で、画像は各々が対応する強さ値を有する複数の画素から構成される複数のセクションに分割される。一実施例では、セクションは 1 6 画素、2 4 画素、3 6 画素及び 5 4 画素の行から構成されている。一実施例では、画像は矩形セクションに分割される。別の実施例においては、画像は縦方向に矩形セクションに分割される。

【 0 0 2 7 】

ステップ 3 4 では、各々のセクションにおける各画素の強さ値の和が計算され、画像の対応する強さ値プロファイルが生成される。ステップ 3 6 で、画像の強さ値プロファイルを使用して、複雑部品の複数の寸法に関連する情報を含む画像の一部が抽出される。強さ値プロファイルを解析することにより、関心スパンを判定できる。関心スパンは、複雑部品の寸法に関連する情報を含む複雑部品の領域を表現している。一実施例では、関心スパンは複雑部品の照明領域及び非照明領域に関連する情報に対応し、複雑部品が配置されている周囲環境及び複雑部品が装着されている構造などの背景情報を除外している。強さ値プロファイルを解析する方法は、図 4 で説明するようなレーザ光線に対応する情報を抽出する方法に類似している。

【 0 0 2 8 】

上記の方法で説明したように関心スパンを判定することにより、画像全体 (複雑部品の表面の寸法を表す情報を含まない領域を含む) の処理が不要になるので、図 2 のステップ 2 8 で論じた再構成プロセスの時間が短縮される。

【 0 0 2 9 】

図 4 は、一実施例において、関心スパンからレーザ光線を抽出する (図 1 のステップ 2 6) 方式を詳細に示すフローチャートである。ステップ 4 0 における入力図 1 のステップ 2 6 で抽出された関心スパンであり、これがステップ 4 2 に入力される。各々のステップについて以下に更に詳細に説明する。

【 0 0 3 0 】

ステップ 4 2 で、関心スパンにおいて複数の行が走査される。各々の行は複数の画素から構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

ステップ 4 4 では、画像の各行で、当てられたレーザ光線に対応する情報を表現する複数のピークが検出される。図示されている実施例においては、1つの行の1つの画素の強さ値をその行の隣接する画素の強さ値と連続して比較することにより、複数のピークが検出される。一実施例では、ピークは、1つの画素と行の隣接する画素との1次微分を実行することにより検出される。一実施例では、ピークは、1つの画素と行の隣接する画素との2次微分を実行することにより検出される。

【 0 0 3 2 】

ステップ 4 6 では、ステップ 4 4 で検出された複数のピークを使用して複数のユニークポイントが抽出される。

10

【 0 0 3 3 】

上記の方法は、一実施例において、レーザ光線に関連する情報を抽出する方式を説明している。別の実施例では、関心スパンに存在する複数の画素の強さ値に基づいてヒストグラムを生成することにより、関心スパンからレーザ光線に対応する情報が抽出される。レーザ光線に関連する情報は、ヒストグラムを使用して閾値カウント値に基づいて抽出され、レーザ光線情報は閾値カウントの左（又は右）側のヒストグラムの領域に入っている。

【 0 0 3 4 】

図 5 は、複数のピークから複数のユニークポイントを抽出する（図 2 のステップ 2 7）方法を詳細に示すフローチャートである。ステップ 6 0 における入力図 1 のステップ 2 7 で抽出された複数のピークであり、これがステップ 6 2 に入力される。各々のステップについて以下に更に詳細に説明する。

20

【 0 0 3 5 】

ステップ 6 2 で、抽出された複数のピークの各々について、ピークの立ち上がり側の立ち上がり強さ値ポイント、最大強さ値ポイント及びピークの立ち下がり側の立ち下がり強さ値ポイントが計算される。立ち上がり強さ値ポイントはピークが立ち上がり始めるポイントに相当し、最大強さ値ポイントはピークの最大値に相当し、立ち下がり強さ値ポイントは強さ値が平坦になるポイントである。

【 0 0 3 6 】

等しい立ち上がり強さ値ポイントと立ち下がり強さ値ポイントを有していない特定のピークについて、フット強さ値ポイントが計算される。フット強さ値ポイントを計算することにより、検出されたピークは均衡され、それにより、計算の複雑さは軽減される。

30

【 0 0 3 7 】

ステップ 6 4 では、先に説明したように検出された複数のピークの各々の立ち上がり側と立ち下がり側で中間強さ値ポイントが計算される。中間強さ値ポイントを E_M とし、フット強さ値ポイントを E_P とし、最大強さ値ポイントを E_{Max} とするとき、中間強さ値ポイントは、式

$$E_M = E_P + (E_{Max} - E_P) / 2$$

に従って計算される。

【 0 0 3 8 】

ステップ 6 6 では、複数のピークの各々の立ち上がり側と立ち下がり側で中間強さ値ポイントを通る2本の接線が追跡される。一実施例では、接線はピークにおける3次式近似当てはめを使用して追跡できる。3次式近似は、間隔を l とし、間隔の開始時の x 値を x_i とするとき、次の式

40

$$y = a_i(x - x_i)^3 + b_i(x - x_i)^2 + c_i(x - x_i) + d_i$$

により定義される区分的多項式回帰の一形態である。 a_i 、 b_i 、 c_i 、 d_i の値は曲線を判定する。

【 0 0 3 9 】

別の実施例においては、接線は中間強さ値ポイントからその隣接画素に基づいて追跡される。ピークの隣接画素を P_1 - P_2 - P_3 とすると、 P_2 は中間強さ値として検出される。ポイント P_2 における接線を追跡すべき場合、曲線 P_1 - P_2 - P_3 上で、ポイント P_2

50

を通る接線は P 1 及び P 3 を通る線と平行である。すなわち、中間エネルギーポイントを通る接線は P 1 及び P 3 を通る線と同じ傾きを有する。傾き切片形態により、接線の式を判定でき、中間強さ値ポイントを通る接線を追跡することができる。

【 0 0 4 0 】

ステップ 6 8 では、対応する複数のピークの各々について、2 本の接線の交点として複数のユニークポイントが抽出される。図 6 は、ピーク 7 0 0 の立ち上がり側と立ち下がり側に引かれ、中間エネルギーポイント E_M を通る接線を示す図である。ユニークポイントはポイント 7 1 0 により表されている。複数のユニークポイントは複雑部品の 3 D 表現を再構成するために使用される。

【 0 0 4 1 】

別の実施例においては、ピークの右側の強さ値の和がそのピークの左側の強さ値の和と等しくなるようにポイントを識別することにより、複数のユニークポイントが抽出される。そのような方法は図 7 に示されている。

【 0 0 4 2 】

図 7 において、ポイント 8 1 0 は、値「x」及びそのポイント 8 1 0 の左側の強さ値の和を表す強さ値「l」を有する識別されたユニークポイントである。同様に、「r」はポイント 8 1 0 の右側の強さ値の和を表す。「l」が「r」と等しい場合、ポイント 8 1 0 はユニークポイントである。「l」が「r」と等しくない場合には、ポイント 8 1 0 は更に「xl」と「xr」に分割されても良い。ここで、「 $xl = (1 + x) / 2$ 」及び「 $xr = (r + x) / 2$ 」である。「 $l + xl$ 」が $r + xr$ より大きい場合には、「xl」を更に 2 分割等しても良い。以上説明した方法でユニークポイントを識別することにより、部分画素レベルの正確さを得ることができる。

【 0 0 4 3 】

一実施例では、複数のユニークポイントが互いに結合されてチェーンを生成し、チェーンは複雑部品の表面の 3 D 表現を生成するために使用される。ここで使用される用語「互いに結合する」は、チェーン状構造を生成するために複数のユニークポイントを連結することを表す。この実施例においては、複雑部品に当てられるレーザ光線は平行であるという性質を持っているため、複数のユニークポイントは平行線の形で存在している。そこで、複数のユニークポイントを互いに結合するために要求される計算は相当に削減される。背景雑音や、測定される部品の形状などの要因のために複数のユニークポイントが平行線に沿っていないような実施例の場合には、相互結合を使用でき、好都合である。チェーンの間の個々の画素間隙は隣接するユニークポイントの近似により埋められる。ユニークポイントをチェーンとして互いに結合することで雑音は抑制され、また、複雑部品の表面の 3 D 表現の際構成速度が増す。

【 0 0 4 4 】

別の実施例（図示せず）においては、複雑部品の寸法の非接触測定システムは少なくとも 1 つの撮影装置と、少なくとも 1 つの中間プロセッサと、主プロセッサとを具備する。撮影装置は複雑部品から所定の距離に位置決めされ、複雑部品上に当てられたレーザ光線を含む複雑部品の画像を収集するように構成されている。

【 0 0 4 5 】

中間プロセッサは撮影装置に結合されて、画像を受信する。中間プロセッサは、複雑部品の画像の少なくとも一部分を表現し、複雑部品の表面の複数の寸法に関連する情報を含む複雑部品の関心スパンを判定するように構成されている。

【 0 0 4 6 】

更に、中間プロセッサは、計算を削減するために関心スパンからレーザ光線に対応する情報を抽出し、レーザ光線に対応する情報から複数のユニークポイントを抽出するように構成されている。複数のユニークポイントは表面の複数の寸法を表現している。

【 0 0 4 7 】

主プロセッサは中間プロセッサに結合され、複数のユニークポイントを使用して、複雑部品の表面の 3 次元（3 D）表現を再構成するように構成されている。3 D 表現は検査の

10

20

30

40

50

ために使用される。

【 0 0 4 8 】

本発明の利点は複雑部品の寸法の測定の正確さが向上することを含み、更に、複雑部品の3D表現を再構成できる速度を増す。

【 0 0 4 9 】

本発明のいくつかの特徴のみを図示し、説明したが、当業者には数多くの変形及び変更が明白であろう。従って、添付の特許請求の範囲は本発明の真の趣旨の範囲内に含まれるそのような全ての変形及び変更を含むことを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 0 】

【図 1】表面の非接触測定で使用するシステムの一実施例のブロック線図。

【図 2】表面の3D表現を生成する方法を示すフローチャート。

【図 3】関心スパンを生成する方法を示すフローチャート。

【図 4】レーザ光線に対応する情報を抽出する方法を示すフローチャート。

【図 5】複数のユニークポイントを抽出する方法を示すフローチャート。

【図 6】一実施例においてピークから1つのユニークポイントを検出する方法を示すグラフ。

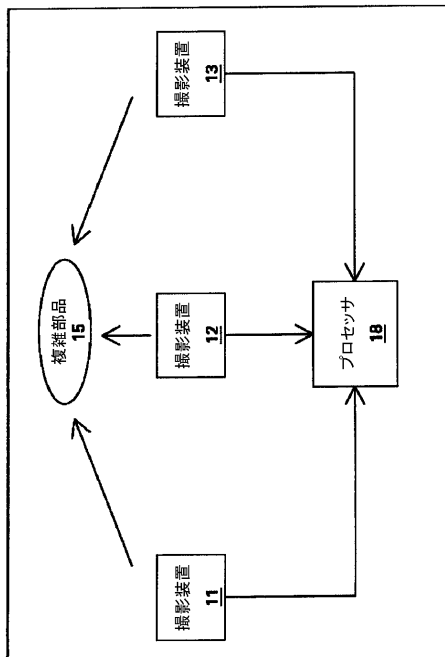
【図 7】別の実施例においてピークから1つのユニークポイントを検出する方法を示すグラフ。

【符号の説明】

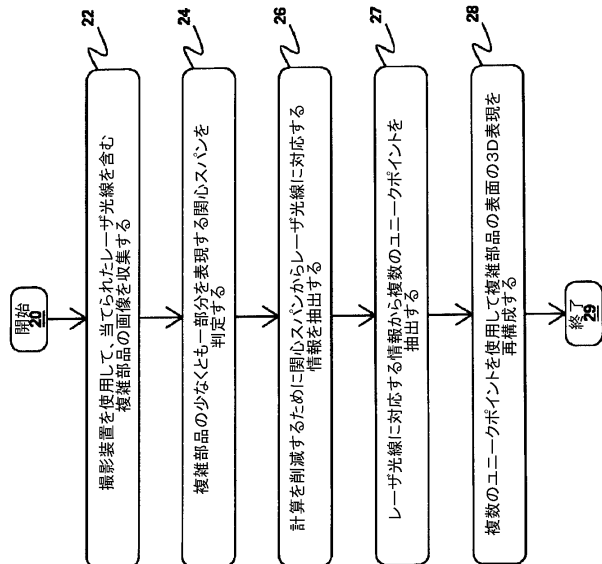
【 0 0 5 1 】

1 1、1 2、1 3 ... 撮影装置、1 5 ... 複雑部品、1 8 ... プロセッサ

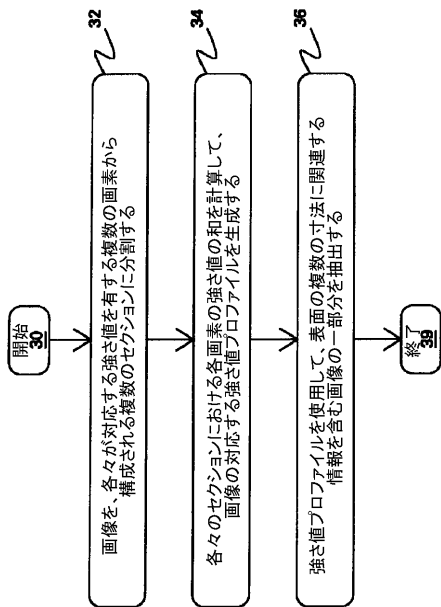
【図 1】



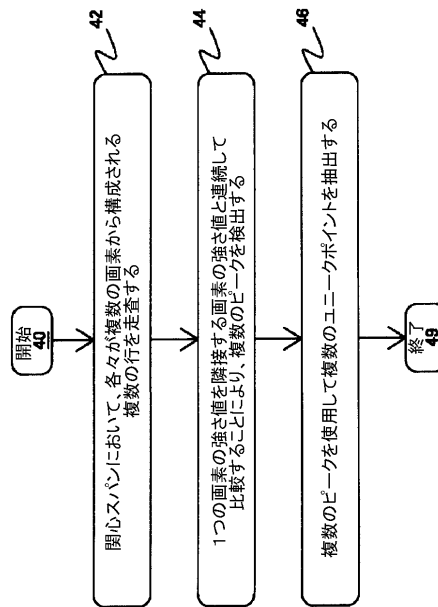
【図 2】



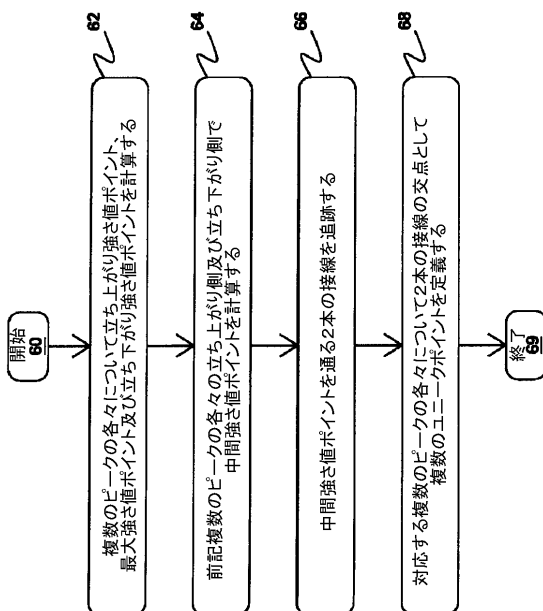
【図 3】



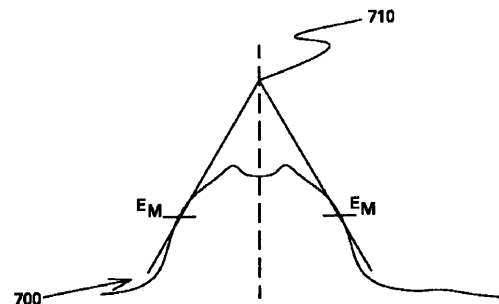
【図 4】



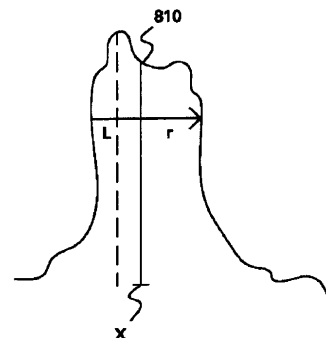
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 ラグー・コック
インド・560066、セクンドラバド、エーエス・ラオ・ナガル、オフィサーズ・コロニー、パ
クシー・ラージ・エーピーティーエス、フラット・ナンバー406番
- (72)発明者 グレン・ウィリアム・ブルックスビー
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、グレンビル、パラドウスキー・ロード、54エー（番地なし）
- (72)発明者 ピーター・ヘンリー・トゥ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、イー - 47、パン・アントワープ・アールデ
イー、1365番

審査官 八島 剛

- (56)参考文献 特開2000-275024(JP, A)
特開昭59-093292(JP, A)
特開平09-145315(JP, A)
特開昭62-238815(JP, A)
特開昭61-000709(JP, A)
特開平10-283482(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B11/00 - 11/30