

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5477382号
(P5477382)

(45) 発行日 平成26年4月23日(2014.4.23)

(24) 登録日 平成26年2月21日(2014.2.21)

(51) Int. Cl. F I
G06Q 50/04 (2012.01) G O 6 Q 50/04 1 0 0
G05B 19/418 (2006.01) G O 5 B 19/418 Z

請求項の数 15 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2011-515984 (P2011-515984)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成22年5月18日 (2010.5.18)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/058325		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02010/137488	(74) 代理人	100117260
(87) 国際公開日	平成22年12月2日 (2010.12.2)		弁理士 福永 正也
審査請求日	平成23年11月1日 (2011.11.1)	(72) 発明者	鶴 輝久
(31) 優先権主張番号	特願2009-130455 (P2009-130455)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(32) 優先日	平成21年5月29日 (2009.5.29)		株式会社村田製作所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
		審査官	阿部 潤

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 製品検査装置、製品検査方法及びコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

製品の所定の特性を示す特性値を測定する測定部と、
 測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出するみなし標準偏差算出部と、

前記測定部自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する測定値標準偏差算出部と、

前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として、測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が良品であるか否かを判定する判定部と、

前記測定値バラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値バラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出するリスク算出部と、

算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する製品ロット判定部と

を備え、

前記製品ロット判定部において、前記製品ロットが不良ロットであると判定された場合

前記判定部は、測定した特性値が、前記検査規格で規定した特性値の上限値以下及び下限値以上の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定するようにしてあることを特徴とする製品検査装置。

【請求項 2】

製品の所定の特性を示す特性値を測定する測定部と、

測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出するみなし標準偏差算出部と、

10

前記測定部自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する測定値標準偏差算出部と、

前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として、測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が良品であるか否かを判定する判定部と、

前記測定値バラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値バラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出するリスク算出部と、

算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する製品ロット判定部と

20

を備え、

前記製品ロット判定部において、前記製品ロットが良ロットであると判定された場合、前記判定部は、測定した特性値が、前記検査規格で規定した特性値の上限値より大きい範囲に属する前記製品及び下限値より小さい範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定するようにしてあることを特徴とする製品検査装置。

30

【請求項 3】

前記上限値より小さい又は大きい所定値は、前記上限値より前記測定値標準偏差の 3 倍小さい又は大きい値であり、前記下限値より大きい又は小さい所定値は、前記下限値より前記測定値標準偏差の 3 倍大きい又は小さい値であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の製品検査装置。

【請求項 4】

前記リスク算出部は、

前記みなし標準偏差及び前記測定値標準偏差に基づいて、前記製品の特性値バラツキの標準偏差を製品標準偏差として算出する製品標準偏差算出部と、

40

算出した前記製品標準偏差の確率分布を複数の区間に分け、各区間の確率分布が前記測定値標準偏差の確率分布に従うと仮定して、前記製品規格外の区間に属する前記製品が、前記製品規格内の区間に属する製品であると誤って判定される確率を前記消費者リスクとして算出し、前記製品規格内の区間に属する前記製品が、前記製品規格外の区間に属する製品であると誤って判定される確率を生産者リスクとして算出するリスク演算部と

を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の製品検査装置。

【請求項 5】

前記測定値標準偏差算出部は、

測定した特性値に基づき、前記検査規格に応じて前記製品を良品と不良品とに分類する分類部と、

50

良品又は不良品に分類された前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品を前記検査規格に応じて良品と不良品とに再分類する再分類部と、

前記製品の特性値バラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差を変数とする前記みなし標準偏差の確率分布に基づいて、少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数を良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数として算出する推定個数算出部と、

少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数と、良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数とが略一致するように前記みなし標準偏差の確率分布の前記変数を変更し、変更した変数を前記製品の特性値バラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差として算出する標準偏差算出部と
を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の製品検査装置。

10

【請求項 6】

製品を検査する製品検査装置で実行することが可能な製品検査方法において、
前記製品検査装置は、
製品の所定の特性を示す特性値を測定部が測定する工程と、
測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出する工程と、
前記測定部自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する工程と、

前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として、
測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が
良品であるか否かを判定する工程と、

20

前記測定値バラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値バラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出する工程と、

算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する工程と

を含み、

前記製品ロットが不良ロットであると判定された場合、測定した特性値が、前記検査規格で規定した特性値の上限値以下及び下限値以上の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定する工程を含むことを特徴とする製品検査方法。

30

【請求項 7】

製品を検査する製品検査装置で実行することが可能な製品検査方法において、
前記製品検査装置は、
製品の所定の特性を示す特性値を測定部が測定する工程と、
測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出する工程と、
前記測定部自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する工程と、

40

前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として、
測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が
良品であるか否かを判定する工程と、

前記測定値バラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値バラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出する工程と、

算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生

50

産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する工程と

を含み、

前記製品ロットが良ロットであると判定された場合、測定した特性値が、前記検査規格で規定した特性値の上限値より大きい範囲に属する前記製品及び下限値より小さい範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定する工程を含むことを特徴とする製品検査方法。

10

【請求項 8】

前記上限値より小さい又は大きい所定値は、前記上限値より前記測定値標準偏差の 3 倍小さい又は大きい値であり、前記下限値より大きい又は小さい所定値は、前記下限値より前記測定値標準偏差の 3 倍大きい又は小さい値であることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の製品検査方法。

【請求項 9】

前記製品検査装置は、

前記みなし標準偏差及び前記測定値標準偏差に基づいて、前記製品の特性値バラツキの標準偏差を製品標準偏差として算出する工程と、

算出した前記製品標準偏差の確率分布を複数の区間に分け、各区間の確率分布が前記測定値標準偏差の確率分布に従うと仮定して、前記製品規格外の区間に属する前記製品が、前記製品規格内の区間に属する製品であると誤って判定される確率を前記消費者リスクとして算出し、前記製品規格内の区間に属する前記製品が、前記製品規格外の区間に属する製品であると誤って判定される確率を生産者リスクとして算出する工程と

20

を含むことを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか一項に記載の製品検査方法。

【請求項 10】

前記製品検査装置は、

測定した特性値に基づき、前記検査規格に応じて前記製品を良品と不良品とに分類する工程と、

良品又は不良品に分類された前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品を前記検査規格に応じて良品と不良品とに再分類する工程と、

30

前記製品の特性値バラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差を変数とする前記みなし標準偏差の確率分布に基づいて、少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数を良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数として算出する工程と、

少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数と、良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数とが略一致するように前記みなし標準偏差の確率分布の前記変数を変更し、変更した変数を前記製品の特性値バラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差として算出する工程と

を含むことを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれか一項に記載の製品検査方法。

40

【請求項 11】

製品を検査する製品検査装置で実行することが可能なコンピュータプログラムにおいて、

前記製品検査装置を、

製品の所定の特性を示す特性値を測定する測定手段、

測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出するみなし標準偏差算出手段、

前記測定手段自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する測定値標準偏差算出手段、

前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として

50

、測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が良品であるか否かを判定する判定手段、

前記測定値バラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値バラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出するリスク算出手段、及び

算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する製品ロット判定手段

として機能させ、

前記製品ロット判定手段において、前記製品ロットが不良ロットであると判定された場合、

前記判定手段を、測定した特性値が、前記検査規格で規定した特性値の上限値以下及び下限値以上の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定する手段として機能させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項12】

製品を検査する製品検査装置で実行することが可能なコンピュータプログラムにおいて

前記製品検査装置を、

製品の所定の特性を示す特性値を測定する測定手段、

測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出するみなし標準偏差算出手段、

前記測定手段自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する測定値標準偏差算出手段、

前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として、測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が良品であるか否かを判定する判定手段、

前記測定値バラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値バラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出するリスク算出手段、及び

算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する製品ロット判定手段

として機能させ、

前記製品ロット判定手段において、前記製品ロットが良ロットであると判定された場合

前記判定手段を、測定した特性値が、前記検査規格で規定した特性値の上限値より大きい範囲に属する前記製品及び下限値より小さい範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定する手段として機能させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項13】

前記上限値より小さい又は大きい所定値は、前記上限値より前記測定値標準偏差の3倍小さい又は大きい値であり、前記下限値より大きい又は小さい所定値は、前記下限値より

10

20

30

40

50

前記測定値標準偏差の3倍大きい又は小さい値であることを特徴とする請求項11又は12に記載のコンピュータプログラム。

【請求項14】

前記リスク算出手段を、

前記みなし標準偏差及び前記測定値標準偏差に基づいて、前記製品の特性値バラツキの標準偏差を製品標準偏差として算出する製品標準偏差算出手段、及び

算出した前記製品標準偏差の確率分布を複数の区間に分け、各区間の確率分布が前記測定値標準偏差の確率分布に従うと仮定して、前記製品規格外の区間に属する前記製品が、前記製品規格内の区間に属する製品であると誤って判定される確率を前記消費者リスクとして算出し、前記製品規格内の区間に属する前記製品が、前記製品規格外の区間に属する製品であると誤って判定される確率を生産者リスクとして算出するリスク演算手段

として機能させることを特徴とする請求項11乃至13のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。

【請求項15】

前記測定値標準偏差算出手段を、

測定した特性値に基づき、前記検査規格に応じて前記製品を良品と不良品とに分類する分類手段、

良品又は不良品に分類された前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品を前記検査規格に応じて良品と不良品とに再分類する再分類手段、

前記製品の特性値バラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差を変数とする前記みなし標準偏差の確率分布に基づいて、少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数を良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数として算出する推定個数算出手段、及び

少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数と、良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数とが略一致するように前記みなし標準偏差の確率分布の前記変数を変更し、変更した変数を前記製品の特性値バラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差として算出する標準偏差算出手段

として機能させることを特徴とする請求項11乃至14のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、製品を検査する製品検査装置、製品検査方法及びコンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

製品は、出荷する前に所定の特性を示す特性値が測定され、所定の規格を満たすか否かにより良品又は不良品に選別される。製品の選別は、製品検査装置を用いて、測定した製品の特性値と、製品規格（製品として要求される特性値）よりも条件が厳しい検査規格とを比較することにより行われる。測定した製品の特性値のバラツキが、製品自体の特性値のバラツキのみであれば、検査規格を製品規格と同一の条件に規定した場合であっても、製品検査装置により製品を良品又は不良品に正しく選別することができる。

【0003】

しかし、測定した製品の特性値のバラツキには、製品自体の特性値のバラツキのみではなく、測定システムの測定値のバラツキが含まれる。そのため、製品検査装置において良品と判定された製品に製品規格外の製品が含まれる、又は不良品と判定された製品に製品規格内の製品が含まれるおそれがある。特に、製品を使用するユーザへの影響を考えると、製品検査装置により良品と判定された製品が製品規格外の製品である可能性を低くする必要があり、通常は、製品規格よりも条件が厳しい検査規格を規定して製品を選別している。

10

20

30

40

50

【0004】

ここで、製品検査装置において、製品規格外の製品が、検査規格に基づいて誤って良品と判定される確率を消費者リスク、製品規格内の製品が、検査規格に基づいて誤って不良品と判定される確率を生産者リスクという。一般に、製品規格よりも条件の厳しい検査規格を規定することにより消費者リスクを小さくすることができるが、生産者リスクは却って大きくなり、製品検査装置により良品に選別される割合（良品率）は低下することが知られている。

【0005】

なお、消費者リスク及び生産者リスクを算出する方法は、非特許文献1及び2に開示されている。非特許文献1には、モンテカルロ法を用いて、製品検査装置における消費者リスク及び生産者リスクを算出する方法が開示されている。非特許文献2には、二重積分式を用いて製品の特性値のバラツキ及び測定値のバラツキの分布が正規分布であるとして、消費者リスク及び生産者リスクを算出する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】エム・ドパート(M. Dobbert)「測定リスクの理解(Understanding Measurement Risk)」、エヌシーエスエル インターナショナル ワークショップ アンド シンポジウム(NCSL International Workshop and Symposium)、2007年8月

【非特許文献2】デーヴィッド ディーヴァー(David Deaver)、「実用上の校正管理(Managing Calibration Confidence in the Real World)」、エヌシーエスエル インターナショナル ワークショップ アンド シンポジウム(NCSL International Workshop and Symposium)、1995年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

日々製造される製品の、測定した特性値の平均値及び標準偏差は所定数の製品を一つの単位とする製品ロットごとに変動する。そのため、製品規格、検査規格及び測定システムの測定値のバラツキが変動しない場合であっても、製品検査装置では、消費者リスク及び生産者リスクは日々製造される製品ロットごとに変動する。

【0008】

製品の特性値の平均値及び標準偏差の製品ロットごとの変動に比べて、測定システムの測定値のバラツキの変動は小さいが、測定システムの測定値のバラツキの変動によっても消費者リスク及び生産者リスクは変動する。

【0009】

製品検査装置は、消費者リスクが変動して大きくなった場合、製品規格外の製品を良品と判定する可能性が高くなる。したがって、ユーザに対して製品規格外の製品が誤って出荷される可能性が高まるという問題点があった。また、製品検査装置は、生産者リスクが変動して大きくなった場合、製品規格内の製品を不良品と判定する可能性が高くなる。したがって、良品であると判定される割合（良品率）が低下するという問題点があった。

【0010】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、消費者リスク及び生産者リスクに基づいて、製品を検査することができる製品検査装置、製品検査方法及びコンピュータプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するために第1発明に係る製品検査装置は、製品の所定の特性を示す特性値を測定する測定部と、測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として

10

20

30

40

50

算出するみなし標準偏差算出部と、前記測定部自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する測定値標準偏差算出部と、前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として、測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が良品であるか否かを判定する判定部と、前記測定値バラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値バラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出するリスク算出部と、算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する製品ロット判定部とを備え、前記製品ロット判定部において、前記製品ロットが不良ロットであると判定された場合、前記判定部は、測定した特性値が、前記検査規格で規定した特性値の上限値以下及び下限値以上の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定するようにしてある。

10

【0014】

次に、上記目的を達成するために第2発明に係る製品検査装置は、製品の所定の特性を示す特性値を測定する測定部と、測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出するみなし標準偏差算出部と、前記測定部自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する測定値標準偏差算出部と、前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として、測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が良品であるか否かを判定する判定部と、前記測定値バラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値バラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出するリスク算出部と、算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する製品ロット判定部とを備え、前記製品ロット判定部において、前記製品ロットが良ロットであると判定された場合、前記判定部は、測定した特性値が、前記検査規格で規定した特性値の上限値より大きい範囲に属する前記製品及び下限値より小さい範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定するようにしてある。

20

30

【0015】

また、第3発明に係る製品検査装置は、第1又は第2発明において、前記上限値より小さい又は大きい所定値は、前記上限値より前記測定値標準偏差の3倍小さい又は大きい値であり、前記下限値より大きい又は小さい所定値は、前記下限値より前記測定値標準偏差の3倍大きい又は小さい値である。

40

【0016】

また、第4発明に係る製品検査装置は、第1乃至第3発明のいずれか一つにおいて、前記リスク算出部は、前記みなし標準偏差及び前記測定値標準偏差に基づいて、前記製品の特性値バラツキの標準偏差を製品標準偏差として算出する製品標準偏差算出部と、算出した前記製品標準偏差の確率分布を複数の区間に分け、各区間の確率分布が前記測定値標準偏差の確率分布に従うと仮定して、前記製品規格外の区間に属する前記製品が、前記製品規格内の区間に属する製品であると誤って判定される確率を前記消費者リスクとして算出

50

し、前記製品規格内の区間に属する前記製品が、前記製品規格外の区間に属する製品であると誤って判定される確率を生産者リスクとして算出するリスク演算部とを備える。

【0017】

また、第5発明に係る製品検査装置は、第1乃至第4発明のいずれか一つにおいて、前記測定値標準偏差算出部は、測定した特性値に基づき、前記検査規格に応じて前記製品を良品と不良品とに分類する分類部と、良品又は不良品に分類された前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品を前記検査規格に応じて良品と不良品とに再分類する再分類部と、前記製品の特性値バラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差を変数とする前記みなし標準偏差の確率分布に基づいて、少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数を良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数として算出する推定個数算出部と、少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数と、良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数とが略一致するように前記みなし標準偏差の確率分布の前記変数を変更し、変更した変数を前記製品の特性値バラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差として算出する標準偏差算出部とを備える。

【0019】

次に、上記目的を達成するために第6発明に係る製品検査方法は、製品を検査する製品検査装置で実行することが可能な製品検査方法において、前記製品検査装置は、製品の所定の特性を示す特性値を測定部が測定する工程と、測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出する工程と、前記測定部自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する工程と、前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として、測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が良品であるか否かを判定する工程と、前記測定値バラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値バラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出する工程と、算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する工程とを含み、前記製品ロットが不良ロットであると判定された場合、測定した特性値が、前記検査規格で規定した特性値の上限値以下及び下限値以上の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定する工程を含む。

【0021】

次に、上記目的を達成するために第7発明に係る製品検査方法は、製品を検査する製品検査装置で実行することが可能な製品検査方法において、前記製品検査装置は、製品の所定の特性を示す特性値を測定部が測定する工程と、測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出する工程と、前記測定部自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する工程と、前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として、測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が良品であるか否かを判定する工程と、前記測定値バラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値バラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出する工程と、算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する工程とを含み、前記製品ロットが良ロットであると判定された場合、測定した特性値が、前記検査規

10

20

30

40

50

格で規定した特性値の上限値より大きい範囲に属する前記製品及び下限値より小さい範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定する工程を含む。

【0022】

また、第8発明に係る製品検査方法は、第6又は第7発明において、前記上限値より小さい又は大きい所定値は、前記上限値より前記測定値標準偏差の3倍小さい又は大きい値であり、前記下限値より大きい又は小さい所定値は、前記下限値より前記測定値標準偏差の3倍大きい又は小さい値である。

10

【0023】

また、第9発明に係る製品検査方法は、第6乃至第8発明のいずれか一つにおいて、前記製品検査装置は、前記みなし標準偏差及び前記測定値標準偏差に基づいて、前記製品の特性値バラツキの標準偏差を製品標準偏差として算出する工程と、算出した前記製品標準偏差の確率分布を複数の区間に分け、各区間の確率分布が前記測定値標準偏差の確率分布に従うと仮定して、前記製品規格外の区間に属する前記製品が、前記製品規格内の区間に属する製品であると誤って判定される確率を前記消費者リスクとして算出し、前記製品規格内の区間に属する前記製品が、前記製品規格外の区間に属する製品であると誤って判定される確率を生産者リスクとして算出する工程とを含む。

20

【0024】

また、第10発明に係る製品検査方法は、第6乃至第9発明のいずれか一つにおいて、前記製品検査装置は、測定した特性値に基づき、前記検査規格に応じて前記製品を良品と不良品とに分類する工程と、良品又は不良品に分類された前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品を前記検査規格に応じて良品と不良品とに再分類する工程と、前記製品の特性値バラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差を変数とする前記みなし標準偏差の確率分布に基づいて、少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数を良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数として算出する工程と、少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数と、良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数とが略一致するように前記みなし標準偏差の確率分布の前記変数を変更し、変更した変数を前記製品の特性値バラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差として算出する工程とを含む。

30

【0026】

次に、上記目的を達成するために第11発明に係るコンピュータプログラムは、製品を検査する製品検査装置で実行することが可能なコンピュータプログラムにおいて、前記製品検査装置を、製品の所定の特性を示す特性値を測定する測定手段、測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出するみなし標準偏差算出手段、前記測定手段自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する測定値標準偏差算出手段、前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として、測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が良品であるか否かを判定する判定手段、前記測定値バラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値バラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出するリスク算出手段、及び算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する製品ロット判定手段として機能させ、前記製品ロット判定手段において、前記製品ロットが不良ロットであると判定された場合、前記判定手段を、測定した特性値が、前記検査規格で規定した特性値の上限値

40

50

以下及び下限値以上の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定する手段として機能させる。

【0028】

次に、上記目的を達成するために第12発明に係るコンピュータプログラムは、製品を検査する製品検査装置で実行することが可能なコンピュータプログラムにおいて、前記製品検査装置を、製品の所定の特性を示す特性値を測定する測定手段、測定した特性値のパラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出するみなし標準偏差算出手段、前記測定手段自体の測定結果のパラツキを示す測定値パラツキの標準偏差を測定値標準偏差として算出する測定値標準偏差算出手段、前記製品の良否を判定する特性値の上限値と下限値とを規定する検査規格を基準として、測定した特性値が、前記上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで前記製品が良品であるか否かを判定する判定手段、前記測定値パラツキにより製品規格外の製品が良品であると誤って判定される確率である消費者リスク、及び前記測定値パラツキにより製品規格内の製品が不良品であると誤って判定される確率である生産者リスクを、測定した特性値の平均値、前記みなし標準偏差、前記測定値標準偏差に基づき算出するリスク算出手段、及び算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する製品ロット判定手段として機能させ、前記製品ロット判定手段において、前記製品ロットが良ロットであると判定された場合、前記判定手段を、測定した特性値が、前記検査規格で規定した特性値の上限値より大きい範囲に属する前記製品及び下限値より小さい範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品、又は上限値から上限値より大きい所定値までの範囲に属する前記製品及び下限値から下限値より小さい所定値までの範囲に属する前記製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定する手段として機能させる。

【0029】

また、第13発明に係るコンピュータプログラムは、第11又は第12発明において、前記上限値より小さい又は大きい所定値は、前記上限値より前記測定値標準偏差の3倍小さい又は大きい値であり、前記下限値より大きい又は小さい所定値は、前記下限値より前記測定値標準偏差の3倍大きい又は小さい値である。

【0030】

また、第14発明に係るコンピュータプログラムは、第11乃至第13発明のいずれか一つにおいて、前記リスク算出手段を、前記みなし標準偏差及び前記測定値標準偏差に基づいて、前記製品の特性値パラツキの標準偏差を製品標準偏差として算出する製品標準偏差算出手段、及び算出した前記製品標準偏差の確率分布を複数の区間に分け、各区間の確率分布が前記測定値標準偏差の確率分布に従うと仮定して、前記製品規格外の区間に属する前記製品が、前記製品規格内の区間に属する製品であると誤って判定される確率を前記消費者リスクとして算出し、前記製品規格内の区間に属する前記製品が、前記製品規格外の区間に属する製品であると誤って判定される確率を生産者リスクとして算出するリスク演算手段として機能させる。

【0031】

また、第15発明に係るコンピュータプログラムは、第11乃至第14発明のいずれか一つにおいて、前記測定値標準偏差算出手段を、測定した特性値に基づき、前記検査規格に応じて前記製品を良品と不良品とに分類する分類手段、良品又は不良品に分類された前記製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品を前記検査規格に応じて良品と不良品とに再分類する再分類手段、前記製品の特性値パラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差を変数とする前記みなし標準偏差の確率分布に基づいて、少なくとも一

度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数を良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数として算出する推定個数算出手段、及び少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された前記製品の個数又は不良品に再分類された前記製品の個数と、良品又は不良品に再分類された前記製品の推定個数とが略一致するように前記みなし標準偏差の確率分布の前記変数を変更し、変更した変数を前記製品の特性値バラツキの標準偏差及び前記測定値標準偏差として算出する標準偏差算出手段として機能させる。

【0033】

第1発明、第6発明、及び第11発明では、算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び／又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定する。したがって、消費者リスク及び生産者リスクのうち少なくとも一方が所定の値以下になる製品ロットの出荷を防止できる。

10

【0034】

また、製品ロットが不良ロットであると判定された場合、測定した特性値が、検査規格で規定した特性値の上限値以下及び下限値以上の範囲に属する製品、又は上限値から上限値より小さい所定値までの範囲に属する製品及び下限値から下限値より大きい所定値までの範囲に属する製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定する。したがって、消費者リスク又は生産者リスクを改善することができるとともに、製品が良品であると判定される割合（良品率）が向上する。

20

【0035】

第2発明、第7発明、及び第12発明では、製品ロットが良ロットであると判定された場合、測定した特性値が、検査規格で規定した特性値の上限値より大きい範囲に属する製品及び下限値より小さい範囲に属する製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する製品、又は上限値から上限値より大きい所定値までの範囲に属する製品及び下限値から下限値より小さい所定値までの範囲に属する製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、製品が良品であるか否かを、検査規格を基準として再判定するので、各範囲に属する製品を再度検査することになり良品であると判定される割合（良品率）が向上する。

30

【0036】

第3発明、第8発明、及び第13発明では、上限値より小さい又は大きい所定値を、上限値より測定値標準偏差の3倍小さい又は大きい値とし、下限値より大きい又は小さい所定値は、下限値より測定値標準偏差の3倍大きい又は小さい値とすることにより、製品の特性値を再測定し、再判定する範囲に属する製品の個数を制限することができる。

【0037】

第4発明、第9発明、及び第14発明では、算出した製品標準偏差の確率分布を複数の区間に分け、各区間の確率分布が測定値標準偏差の確率分布に従うと仮定して、製品規格外の区間に属する製品が、製品規格内の区間に属する製品であると誤って判定される確率を消費者リスクとして算出し、製品規格内の区間に属する製品が、製品規格外の区間に属する製品であると誤って判定される確率を生産者リスクとして算出するので、二重積分式を数学的に解くことなく消費者リスク及び生産者リスクを算出することができる。

40

【0038】

第5発明、第10発明、及び第15発明では、少なくとも一度再分類した場合に良品に再分類された製品の個数又は不良品に再分類された製品の個数と、良品又は不良品に再分類された製品の推定個数とが略一致するようにみなし標準偏差の確率分布の変数を変更し、変更した変数を製品の特性値バラツキの標準偏差及び測定値標準偏差として算出するので、不確かさを評価する手法や測定システム解析MSAの手法を利用することなく特性値バラツキの標準偏差及び測定値標準偏差を算出することができる。

【発明の効果】

50

【 0 0 4 0 】

本発明に係る製品検査装置、製品検査方法及びコンピュータプログラムでは、算出した消費者リスクが所定の消費者リスク以下であるか否か、及び/又は算出した生産者リスクが所定の生産者リスク以下であるか否かに基づき、製品ロットが良ロットであるか否かを判定することにより、消費者リスク及び生産者リスクのうち少なくとも一方が所定の値以下になる製品ロットの出荷を防止することができる。また、製品ロットが不良ロットであると判定された場合、測定した特性値が、検査規格で規定した特性値の上限値以下及び下限値以上の範囲に属する製品、又は上限値から上限値より小さい所定値までの範囲に属する製品及び下限値から下限値より大きい所定値までの範囲に属する製品、若しくはいずれか一方の範囲に属する製品の特性値を再測定し、再測定した特性値に基づき、前記製品が良品であるか否かを、前記検査規格を基準として再判定する。したがって、消費者リスク又は生産者リスクを改善することができるとともに、製品が良品であると判定される割合（良品率）が向上する。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 1 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 に係る製品検査装置の構成例を示すブロック図である。

【 図 2 】 本発明の実施の形態 1 に係る製品検査装置の機能ブロック図である。

【 図 3 】 本発明の実施の形態 1 に係る製品検査装置が複数の製品の特性値を測定した場合の確率分布を示した模式図である。

【 図 4 】 本発明の実施の形態 1 に係る製品検査装置のリスク算出部が、消費者リスク CR 及び生産者リスク PR を算出する処理手順を示すフローチャートである。

20

【 図 5 】 製品標準偏差 PV の各区間の確率分布が測定値標準偏差 GR R の確率分布に従う様子を示す模式図である。

【 図 6 】 本発明の実施の形態 1 に係る製品検査装置の判定部が、検査規格の上限値及び下限値を変更する処理手順を示すフローチャートである。

【 図 7 】 本発明の実施の形態 2 に係る製品検査装置の機能ブロック図である。

【 図 8 】 本発明の実施の形態 2 に係る製品検査装置が複数の製品の特性値を測定した場合の確率分布を示した模式図である。

【 図 9 】 本発明の実施の形態 2 に係る製品検査装置の判定部及び製品ロット判定部が、消費者リスク CR に基づいて製品ロットが良ロットであるか否かを判定し、製品を再判定する処理手順を示すフローチャートである。

30

【 図 1 0 】 本発明の実施の形態 3 に係る製品検査装置の機能ブロック図である。

【 図 1 1 】 本発明の実施の形態 3 に係る製品検査装置の再分類部が良品に分類された製品を再分類した場合の確率分布を示した模式図である。

【 図 1 2 】 本発明の実施の形態 3 に係る製品検査装置が、測定値標準偏差 GR R を算出する処理手順を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 4 2 】

以下、本発明の実施の形態における消費者リスク及び生産者リスクに基づいて、製品を検査することができる製品検査装置について、図面を用いて具体的に説明する。以下の実施の形態は、特許請求の範囲に記載された発明を限定するものではなく、実施の形態の中で説明されている特徴的事項の組み合わせの全てが解決手段の必須事項であるとは限らないことは言うまでもない。

40

【 0 0 4 3 】

以下の実施の形態では、コンピュータシステムにコンピュータプログラムを導入した、製品検査装置について説明するが、当業者であれば明らかな通り、本発明はその一部をコンピュータで実行することが可能なコンピュータプログラムとして実施することができる。したがって、本発明は、製品検査装置というハードウェアとしての実施の形態、ソフトウェアとしての実施の形態、又はソフトウェアとハードウェアとの組み合わせの実施の形態をとることができる。コンピュータプログラムは、ハードディスク、DVD、CD、光

50

記憶装置、磁気記憶装置等の任意のコンピュータで読み取ることが可能な記録媒体に記録することができる。

【0044】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る製品検査装置の構成例を示すブロック図である。実施の形態1に係る製品検査装置は、製品の所定の特性を示す特性値を測定する測定部1と、測定した特性値を演算する演算処理部2とを備えている。

【0045】

測定部1は、製品の所定の特性を示す特性値を測定する。例えば、製品をセラミックコンデンサとした場合、製品の特性値であるコンデンサ容量を測定部1で測定する。コンデンサ容量を測定する測定部1のハードウェア構成としては、LCRメータがある。

10

【0046】

演算処理部2は、少なくともCPU(中央演算装置)21、メモリ22、記憶装置23、I/Oインタフェース24、ビデオインタフェース25、可搬型ディスクドライブ26、測定インタフェース27及び上述したハードウェアを接続する内部バス28で構成されている。

【0047】

CPU21は、内部バス28を介して演算処理部2の上述したようなハードウェア各部と接続されており、上述したハードウェア各部の動作を制御するとともに、記憶装置23に記憶しているコンピュータプログラム230に従って、種々のソフトウェア的機能を実行する。メモリ22は、SRAM、SDRAM等の揮発性メモリで構成され、コンピュータプログラム230の実行時にロードモジュールが展開され、コンピュータプログラム230の実行時に発生する一時的なデータ等を記憶する。

20

【0048】

記憶装置23は、内蔵される固定型記憶装置(ハードディスク)、ROM等で構成されている。記憶装置23に記憶しているコンピュータプログラム230は、プログラム及びデータ等の情報を記録したDVD、CD-ROM等の可搬型記録媒体90から、可搬型ディスクドライブ26によりダウンロードされ、実行時には記憶装置23からメモリ22へ展開して実行される。もちろん、ネットワークに接続されている外部のコンピュータからダウンロードされたコンピュータプログラムであっても良い。

30

【0049】

測定インタフェース27は内部バス28に接続されており、測定部1と接続されることにより、測定部1と演算処理部2との間で測定した特性値や制御信号等を送受信することが可能となっている。

【0050】

I/Oインタフェース24は、キーボード241、マウス242等のデータ入力媒体と接続され、データの入力を受け付ける。また、ビデオインタフェース25は、CRTモニタ、LCD等の表示装置251と接続され、所定の画像を表示する。

【0051】

以下、上述した構成の製品検査装置の動作について説明する。図2は、本発明の実施の形態1に係る製品検査装置の機能ブロック図である。測定部1は、製品10の所定の特性を示す特性値を測定する。一つの単位として製品ロット11は所定数の製品10を含んで構成されている。

40

【0052】

みなし標準偏差算出部3は、製品ロット11に含まれる一部の製品10を測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出する。例えば、10万個の製品10からなる製品ロット11とした場合、測定部1は、製品ロット11から、10000個の製品10をサンプリングして、製品10の特性値を測定し、みなし標準偏差算出部3は、測定した特性値のバラツキの標準偏差をみなし標準偏差として算出する。なお、みなし標準偏差算出部3は、みなし標準偏差を算出するとともに、測定した製品10の特性値の平

50

均値も算出することができる。

【 0 0 5 3 】

測定値標準偏差算出部 4 は、製品ロット 1 1 を測定する前に、測定部 1 自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を所定の方法で測定値標準偏差として予め算出する。測定値バラツキの標準偏差を算出する方法としては、例えば、不確かさを評価する手法、ISO 規格の品質マネジメントシステム規格 (ISO 9001:2000) における自動車生産及び関連サービス部品組織に関する固有要求事項 (ISO/TS 16949) で規定している測定システム解析 MSA (Measurement Systems Analysis) の手法等がある。

【 0 0 5 4 】

不確かさを評価する手法は、測定部 1 のシステムを測定治具やセンサ等の不確かさが生じる要素に分け、要素ごとの不確かさを評価して測定部 1 のシステム全体の不確かさである測定値バラツキの標準偏差を算出している。測定システム解析 MSA の手法は、GR & R (Gage Repeatability and Reproducibility) の手法を用いて測定値バラツキの標準偏差を算出している。

【 0 0 5 5 】

なお、みなし標準偏差算出部 3 で算出したみなし標準偏差 TV は、製品自体の特性値のバラツキ (特性値バラツキ) の標準偏差である製品標準偏差 PV、及び測定値標準偏差算出部 4 で算出した測定値標準偏差 GRR により (数 1) として表わすことができる。

【 0 0 5 6 】

【 数 1 】

$$TV^2 = PV^2 + GRR^2$$

【 0 0 5 7 】

判定部 5 は、測定部 1 において測定した特性値が、検査規格で規定した上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで製品 1 0 が良品であるか否かを判定する。図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る製品検査装置が複数の製品 1 0 の特性値を測定した場合の確率分布を示した模式図である。図 3 は、横軸を製品 1 0 の特性値、縦軸を製品 1 0 の個数として、測定した製品 1 0 の特性値の確率分布を表しており、測定した製品 1 0 の特性値の確率分布は、正規分布となっている。

【 0 0 5 8 】

さらに、図 3 には、検査規格で規定した特性値の上限値 (検査規格の上限値) 及び下限値 (検査規格の下限値) が図示されている。判定部 5 は、検査規格の上限値以下、下限値以上の範囲に属する製品 1 0 を良品、検査規格の上限値より大きい範囲及び下限値より小さい範囲に属する製品 1 0 を不良品として判定する。なお、図 3 には、検査規格よりも条件が緩い製品規格で規定した特性値の上限値 (製品規格の上限値) 及び下限値 (製品規格の下限値) も図示されており、製品規格は、検査規格よりも条件が緩やかであるため、製品規格の上限値は検査規格の上限値よりも大きく、製品規格の下限値は、検査規格の下限値よりも小さい。

【 0 0 5 9 】

リスク算出部 6 は、測定値バラツキにより製品規格外の製品が判定部 5 で検査規格に基づいて誤って良品であると判定される確率を示す消費者リスク、及び製品規格内の製品が判定部 5 で検査規格に基づいて不良品であると誤って判定される確率を示す生産者リスクを算出する。具体的に、消費者リスク CR 及び生産者リスク PR を算出する方法として、それぞれ非特許文献 2 で開示されている (数 2) と (数 3) とを解くことにより算出することができる。

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

【数 2】

$$CR = \frac{1}{2\pi} \cdot \int_{-\infty}^{-L} \int_{-R(t+k \cdot L)}^{-R(t-k \cdot L)} e^{-\frac{(t-u)^2+(s-v)^2}{2}} ds dt$$

$$+ \frac{1}{2\pi} \cdot \int_L^{\infty} \int_{-R(t+k \cdot L)}^{-R(t-k \cdot L)} e^{-\frac{(t-u)^2+(s-v)^2}{2}} ds dt$$

10

【0061】

【数 3】

$$PR = \frac{1}{2\pi} \cdot \int_{-L}^L \int_{-\infty}^{-R(t+k \cdot L)} e^{-\frac{(t-u)^2+(s-v)^2}{2}} ds dt$$

$$+ \frac{1}{2\pi} \cdot \int_{-L}^L \int_{-R(t-k \cdot L)}^{\infty} e^{-\frac{(t-u)^2+(s-v)^2}{2}} ds dt$$

20

【0062】

(数 2) 及び (数 3) は、製品 10 の特性値バラツキの確率分布と測定部 1 の測定値バラツキの確率分布を正規分布とした場合、製品 10 の製品標準偏差 P V により基準正規分布を求めた製品 10 の特性値バラツキの確率密度関数と、測定部 1 の測定値標準偏差 G R R により基準正規分布を求めた測定値バラツキの確率密度関数との二重積分の形式で表現されている。ここで、t は製品 10 の特性値バラツキの確率分布の中心からの位置、s は測定部 1 の測定値バラツキの確率分布の中心からの位置、L は製品規格の半値幅 (製品 10 の製品規格の中心を零点とした場合、零点から製品 10 の製品規格の上限値又は下限値までの距離)、k · L は検査規格の半値幅 (製品 10 の検査規格の中心を零点とした場合、零点から製品 10 の検査規格の上限値又は下限値までの距離)、u は製品 10 の特性値バラツキの確率分布の偏り、v は測定部 1 の測定値バラツキの確率分布の偏り、R は精度比 (製品 10 の製品標準偏差 P V を測定部 1 の測定値標準偏差 G R R で割った値) を示している。

30

【0063】

(数 2) 及び (数 3) の二重積分式を数学的に解くことは困難であるので、本実施の形態 1 に係る製品検査装置では、製品標準偏差算出部 6 1 及びリスク演算部 6 2 を利用して、消費者リスク C R 及び生産者リスク P R を算出する。ここで、製品標準偏差算出部 6 1 は、みなし標準偏差 T V 及び測定値標準偏差 G R R に基づいて、(数 1) より製品標準偏差 P V を算出する。リスク演算部 6 2 は、算出した製品標準偏差 P V の確率分布を複数の区間に分け、各区間の確率分布が測定値標準偏差 G R R の確率分布に従うと仮定して、測定した特性値が製品規格で規定した上限値より大きい範囲若しくは下限値より小さい範囲の区間に属する製品 10 であるにもかかわらず、製品規格内の区間に属する製品 (良品) であると誤って判定される確率を消費者リスク C R として算出し、測定した特性値が製品規格で規定した上限値以下、下限値以上の範囲の区間に属する製品 10 であるにもかかわ

40

50

らず、製品規格外の区間に属する製品（不良品）であると誤って判定される確率を生産者リスクPRとして算出する。

【0064】

具体的に、本実施の形態1に係る製品検査装置において、リスク算出部6が消費者リスクCR及び生産者リスクPRを算出する処理手順について、フローチャートを用いて説明する。図4は、本発明の実施の形態1に係る製品検査装置のリスク算出部6が、消費者リスクCR及び生産者リスクPRを算出する処理手順を示すフローチャートである。

【0065】

演算処理部2のCPU21は、測定インタフェース27で受信した、測定部1で測定した製品ロット11に含まれる一部の製品10の特性値から、みなし標準偏差TV及び特性値の平均値を算出し（ステップS401）、算出したみなし標準偏差TV及び測定値標準偏差GRRを（数1）に代入し製品標準偏差PVを算出する（ステップS402）。CPU21は、検査規格及び製品規格の上限値、下限値の規定を受け付ける（ステップS403）。

【0066】

CPU21は、算出した製品標準偏差PVの確率分布は正規分布であるとして、確率分布の製品規格の上限値以下、下限値以上の範囲を200個の区間に分けて、各区間の確率分布を特定する（ステップS404）。CPU21は、各区間の確率分布が測定値標準偏差GRRの確率分布に従うと仮定して、検査規格に基づいて各区間に属する製品10が良品であるか否かの判定を行う（ステップS405）。CPU21は、ステップS405により、製品規格の上限値以下、下限値以上の範囲に属する製品10が、検査規格の上限値より大きい範囲若しくは下限値より小さい範囲に属する製品10であると判定される確率を生産者リスクPRとして算出する（ステップS406）。

【0067】

なお、各区間の確率分布が測定値標準偏差GRRの確率分布に従うと仮定することについて、図面を用いて説明する。図5は、製品標準偏差PVの各区間の確率分布が測定値標準偏差GRRの確率分布に従う様子を示す模式図である。図5に示すように、製品標準偏差PVの確率分布は製品規格の上限値以下、下限値以上の範囲が200個の区間51に分けられる。例えば、特性値から特性値までの区間51Aには、特性値から特性値までの特性値の製品10は存在するが、特性値より小さい特性値、又は特性値より大きい特性値の製品10は存在しない。測定後の区間51Aの確率分布52Aが測定値標準偏差GRRの確率分布に従うと仮定すると、区間51Aに属する製品10のそれぞれの特性値は測定値バラツキを有することになり、区間51Aの確率分布52Aを仮定した確率分布52Bとみなすことができる。仮定した確率分布52Bでは、特性値より小さい特性値、又は特性値より大きい特性値の製品10も存在する。CPU21は、各区間51の確率分布を、仮定した確率分布とみなして、各区間51に属する製品10を検査規格に基づいて良品であるか否かの判定を行う。検査規格に基づいて不良品と判定された各区間51に属する製品10は、製品規格内の製品10であるが検査規格に基づいて不良品と判定された製品10であるため、当該製品10であると判定される確率を生産者リスクPRとして算出することができる。

【0068】

図4に戻って、演算処理部2のCPU21は、算出した製品標準偏差PVの確率分布は正規分布であるとして、製品規格の上限値（下限値）から製品標準偏差PVの6倍大きい（小さい）値までの範囲をそれぞれ200個の区間に分けて、各区間の確率分布を特定する（ステップS407）。CPU21は、図5で示したように測定後の各区間の確率分布が測定値標準偏差GRRの確率分布に従うと仮定して、検査規格に基づいて各区間に属する製品10が良品であるか否かを判定する（ステップS408）。CPU21は、ステップS408により、製品規格の上限値より大きい範囲に属する製品10、又は下限値より小さい範囲に属する製品10が、検査規格の上限値以下、下限値以上の範囲に属する製品10であると判定される確率を消費者リスクCRとして算出する（ステップS409）。

【 0 0 6 9 】

なお、算出された消費者リスクCR及び生産者リスクPRは、%表示、ppm (parts per million) 表示、ppb (parts per billion) 表示が可能である。

【 0 0 7 0 】

本実施の形態1に係る製品検査装置では、リスク算出部6で算出した消費者リスクCRに基づいて、判定部5で製品ロット11に含まれる全ての製品10が良品であるか否かの判定を行うための検査規格の上限値及び下限値を変更する。

【 0 0 7 1 】

具体的に、本実施の形態1に係る製品検査装置において、判定部5が検査規格の上限値及び下限値を変更する処理手順について、フローチャートを用いて説明する。図6は、本発明の実施の形態1に係る製品検査装置の判定部5が、検査規格の上限値及び下限値を変更する処理手順を示すフローチャートである。

10

【 0 0 7 2 】

演算処理部2のCPU21は、製品規格の上限値から下限値までの2分の1の範囲を検査規格の上限値以下、下限値以上の範囲に、製品規格の上限値から下限値までの20分の1の範囲を検査規格の変更幅SSS1にそれぞれ設定する(ステップS601)。なお、製品規格の上限値から下限値までの中央値と、検査規格の上限値から下限値までの中央値とは一致するものとする。

【 0 0 7 3 】

CPU21は、ステップS601で設定した検査規格に基づき、図4で示した処理を用いて消費者リスクCR及び生産者リスクPRを算出する(ステップS602)。

20

【 0 0 7 4 】

CPU21は、ステップS602で算出した消費者リスクCRが、製品10を、製品10の特性値を検査して出荷する場合に定める所定の消費者リスクより大きいかなかを判断する(ステップS603)。CPU21が、算出した消費者リスクCRが、所定の消費者リスクより大きいと判断した場合(ステップS603: YES)、CPU21は、検査規格の上限値を変更幅SSS1だけデクリメントし、下限値を変更幅SSS1だけインクリメントして(ステップS604)、処理をステップS602に戻す。CPU21が、算出した消費者リスクCRが、所定の消費者リスク以下であると判断した場合(ステップS603: NO)、CPU21は、検査規格の上限値を変更幅SSS1だけインクリメントし、下限値を変更幅SSS1だけデクリメントする(ステップS605)。

30

【 0 0 7 5 】

CPU21は、変更幅SSS1を10分の1にした後に、ステップS602の処理を一度行ったか否かを判断する(ステップS606)。CPU21が、ステップS602の処理を一度も行っていないと判断した場合(ステップS606: NO)、CPU21は、処理をステップS602へ戻す。CPU21が、ステップS602の処理を一度行ったと判断した場合(ステップS606: YES)、CPU21は、変更幅SSS1を10分の1にした後に、ステップS602に戻る処理を4回以上行ったか否かを判断する(ステップS607)。

40

【 0 0 7 6 】

CPU21が、変更幅SSS1を10分の1にした後に、ステップS602に戻る処理を4回より少ない回数しか行っていないと判断した場合(ステップS607: NO)、CPU21は、変更幅SSS1を10分の1に変更して(ステップS608)、処理をステップS602に戻す。CPU21が、変更幅SSS1を10分の1にした後に、ステップS602に戻る処理を4回以上行ったと判断した場合(ステップS607: YES)、CPU21は、検査規格の上限値を変更幅SSS1の2分の1小さくした値を変更した検査規格の上限値とし、下限値を変更幅SSS1の2分の1大きくした値を変更した検査規格の下限値として算出する(ステップS609)。

【 0 0 7 7 】

50

例えば、コンデンサ容量が1.5 pFのコンデンサを製品10としたときに、事前に測定値標準偏差算出部4で求めた測定値標準偏差GRRが0.0021 pFである場合、10万個の製品10からなる製品ロット11から、10000個の製品10をサンプリングして、製品10の特性値であるコンデンサ容量を測定して算出された製品標準偏差PVは0.014 pF、特性値の平均値は1.502 pFとなった。このとき、製品規格の上限値が1.52 pF、下限値が1.48 pFで、初期の検査規格の上限値が1.51 pF、下限値が1.49 pFであれば、消費者リスクCRは0.008 ppm、生産者リスクPRは32.70%と算出される。ここで、製品10の所定の消費者リスクが2 ppm以下と設定されている場合、製品ロット11の消費者リスクCRは、0.008 ppmと推定されるため所定の消費者リスクを満足している。しかし、生産者リスクPRが大きすぎるため推定される良品率は51.57%と小さい値となる。このため、消費者リスクCRが所定の消費者リスクにできるだけ近づくように検査規格を変更することで、生産者リスクPRを小さくすることができ、良品率が向上する。

10

【0078】

初期の検査規格で算出された消費者リスクCRが0.008 ppmとなり、所定の消費者リスクの2 ppm以下より、かなり小さな値となっている場合、図6に示すフローチャートに従って、演算処理部2のCPU21は、消費者リスクCRが所定の消費者リスクである2 ppmにできるだけ近づくように検査規格を算出する。算出された検査規格は、上限値が1.51255 pF、下限値が1.48745 pFとなり、算出される消費者リスクCRは1.98 ppmとなるので、生産者リスクPRを22.28%と小さくすることができ、良品率が61.99%に向上する。

20

【0079】

以上のように、本実施の形態1に係る製品検査装置では、上述した処理を行うことで消費者リスクCRに基づき検査規格の上限値及び下限値を変更することができるので、検査規格を、製品ロット11の消費者リスクCRが、製品10の特性値を検査して製品10を出荷する場合に定める所定の消費者リスク以下となるように設定できる。また、本実施の形態1に係る製品検査装置では、製品ロット11の消費者リスクCRが、常に所定の消費者リスク以下となるように管理することができる。

【0080】

なお、上述した実施の形態1は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更することができることは言うまでもない。例えば、消費者リスクのみに基づいて検査規格の上限値及び下限値を変更する場合に限定されるものではなく、生産者リスクのみ、又は消費者リスク及び生産者リスクの双方に基づいて検査規格の上限値及び下限値を変更しても良い。

30

【0081】

(実施の形態2)

本実施の形態2に係る製品検査装置では、算出した消費者リスクCRに基づいて製品ロット11が良ロットであるか否かを判定する。なお、本実施の形態2に係る製品検査装置の構成例を示すブロック図は、実施の形態1の図1に示した構成例を示すブロック図と同じであるため、詳細な説明は省略する。

【0082】

本実施の形態2に係る製品検査装置の動作について説明する。図7は、本発明の実施の形態2に係る製品検査装置の機能ブロック図である。測定部1は、製品10の所定の特性を示す特性値を測定する。一つの単位とする製品ロット11は、所定数の製品10を含んで構成されている。

40

【0083】

みなし標準偏差算出部3は、製品ロット11に含まれる全ての製品10を測定した特性値のパラッキの標準偏差をみなし標準偏差として算出する。なお、みなし標準偏差算出部3は、みなし標準偏差を算出するとともに、測定した製品10の特性値の平均値も算出することができる。

【0084】

50

測定値標準偏差算出部 4 は、製品ロット 1 1 を測定する前に、測定部 1 自体の測定結果のバラツキを示す測定値バラツキの標準偏差を測定値標準偏差として予め算出する。測定値バラツキの標準偏差を算出する方法としては、例えば、不確かさを評価する手法、測定システム解析 M S A の手法等を用いる。

【 0 0 8 5 】

なお、みなし標準偏差算出部 3 で算出したみなし標準偏差 T V は、製品自体の特性値のバラツキの標準偏差である製品標準偏差 P V、及び測定値標準偏差算出部 4 で算出した測定値標準偏差 G R R により上述の (数 1) として表わすことができる。

【 0 0 8 6 】

判定部 5 は、測定部 1 において測定した特性値が、検査規格で規定した上限値以下、下限値以上の範囲に含まれるか否かで製品ロット 1 1 に含まれる全ての製品 1 0 が良品であるか否かを判定する。

【 0 0 8 7 】

リスク算出部 6 は、製品規格外の製品が、判定部 5 で検査規格に基づいて誤って良品であると判定される確率である消費者リスク C R、及び製品規格内の製品が、判定部 5 で検査規格に基づいて誤って不良品であると判定される確率である生産者リスク P R を算出する。本実施の形態 2 に係る製品検査装置でも、製品標準偏差算出部 6 1 及びリスク演算部 6 2 を利用して、消費者リスク C R 及び生産者リスク P R を算出する。なお、消費者リスク C R 及び生産者リスク P R については、実施の形態 1 の図 4 に示す処理手順にて算出する。

【 0 0 8 8 】

製品ロット判定部 7 は、リスク算出部 6 で算出された消費者リスク C R が、製品 1 0 を、製品 1 0 の特性値を検査して出荷する場合に定める所定の消費者リスク以下である場合、製品ロット 1 1 が良ロットであると判定し、消費者リスク C R が、所定の消費者リスクより大きい場合、製品ロット 1 1 が不良ロットであると判定する。

【 0 0 8 9 】

さらに、判定部 5 は、製品ロット判定部 7 で製品ロット 1 1 が不良ロットであると判定された場合、検査規格の上限値以下、下限値以上の範囲に属する全ての製品 1 0 (良品) を、測定部 1 で再測定した特性値に基づき、全ての製品 1 0 が良品であるか否かを再判定する。なお、再判定する製品 1 0 は、検査規格の上限値以下、下限値以上の範囲に属する全ての製品 1 0 に限定されるものではなく、検査規格の上限値から上限値より測定値標準偏差 G R R の 3 倍小さい値までの範囲、及び検査規格の下限値から下限値より測定値標準偏差 G R R の 3 倍大きい値までの範囲に属する製品 1 0 であっても良い。具体的に、再判定する製品 1 0 を、図を用いて説明する。図 8 は、本発明の実施の形態 2 に係る製品検査装置が複数の製品 1 0 の特性値を測定した場合の確率分布を示した模式図である。図 8 は、横軸を製品 1 0 の特性値、縦軸を製品 1 0 の個数として、測定した製品 1 0 の特性値の確率分布を表しており、測定した製品 1 0 の確率分布は、正規分布となっている。図 8 では、検査規格の上限値 8 1 及び下限値 8 2、製品規格の上限値 8 3 及び下限値 8 4、上限値 8 1 より測定値標準偏差 G R R の 3 倍小さい値 8 5 及び測定値標準偏差 G R R の 3 倍大きい値 8 6、下限値 8 2 より測定値標準偏差 G R R の 3 倍大きい値 8 7 及び測定値標準偏差 G R R の 3 倍小さい値 8 8 とする。つまり、図 8 に示すように、再判定する製品 1 0 は、検査規格の上限値 8 1 から下限値 8 2 までの範囲に属する全ての製品 1 0 であっても良いし、上限値 8 1 から値 8 5 までの範囲に属する製品及び下限値 8 2 から値 8 7 までの範囲に属する製品 1 0、若しくはいずれか一方の範囲に属する製品 1 0 であっても良い。

【 0 0 9 0 】

また、判定部 5 は、製品ロット判定部 7 で製品ロット 1 1 が良ロットであると判定された場合、検査規格の上限値より大きい範囲及び下限値より小さい範囲に属する製品 1 0 (不良品) を、測定部 1 で再測定した特性値に基づき、全ての製品 1 0 が良品であるか否かを再判定する。なお、再判定する製品 1 0 は、検査規格の上限値より大きい範囲及び下限値より小さい範囲に属する全ての製品 1 0 に限定されるものではなく、検査規格の上限値

10

20

30

40

50

8 1 から上限値 8 1 より測定値標準偏差 G R R の 3 倍大きい値 8 6 までの範囲に属する製品及び下限値 8 2 から下限値 8 2 より測定値標準偏差 G R R の 3 倍小さい値 8 8 までの範囲に属する製品 1 0、又はいずれかの範囲に属する製品、検査規格の上限値から製品規格の上限値までの範囲に属する製品 1 0 及び検査規格の下限値から製品規格の下限値までの範囲に属する製品 1 0、又はいずれかの範囲に属する製品 1 0 であっても良い。つまり、図 8 に示すように、再判定する製品 1 0 は、検査規格の上限値 8 1 より大きい範囲に属する製品 1 0 及び下限値 8 2 より小さい範囲に属する製品 1 0、又はいずれかの範囲に属する製品 1 0 であっても良いし、上限値 8 1 から上限値 8 3 までの範囲に属する製品 1 0 及び下限値 8 2 から下限値 8 4 までの範囲に属する製品 1 0、又はいずれかの範囲に属する製品 1 0 であっても良いし、上限値 8 1 から値 8 6 までの範囲に属する製品 1 0 及び下限値 8 2 から値 8 8 までの範囲に属する製品 1 0、又はいずれかの範囲の属する製品 1 0 であっても良い。

10

【 0 0 9 1 】

具体的に、実施の形態 2 に係る製品検査装置において、判定部 5 及び製品ロット判定部 7 が消費者リスク C R に基づいて製品ロット 1 1 が良ロットであるか否かを判定し、製品 1 0 を再判定する処理手順について、フローチャートを用いて説明する。図 9 は、本発明の実施の形態 2 に係る製品検査装置の判定部 5 及び製品ロット判定部 7 が、消費者リスク C R に基づいて製品ロット 1 1 が良ロットであるか否かを判定し、製品 1 0 を再判定する処理手順を示すフローチャートである。

【 0 0 9 2 】

20

演算処理部 2 の C P U 2 1 は、測定した特性値の平均値、みなし標準偏差 T V、測定値標準偏差 G R R、製品規格、検査規格に基づき、実施の形態 1 の図 4 に示した処理を用いて製品ロット 1 1 の消費者リスク C R 及び生産者リスク P R を算出する（ステップ S 9 0 1）。

【 0 0 9 3 】

C P U 2 1 は、ステップ S 9 0 1 で算出した消費者リスク C R が、製品 1 0 を、製品 1 0 の特性値を検査して出荷する場合に定める所定の消費者リスクより大きいか否かを判断する（ステップ S 9 0 2）。C P U 2 1 が、算出した消費者リスク C R が、所定の消費者リスクより大きいと判断した場合（ステップ S 9 0 2 : Y E S）、C P U 2 1 は、製品ロット 1 1 を不良ロットであると判定し（ステップ S 9 0 3）、検査規格の上限値以下、下限値以上の範囲に属する全ての製品 1 0 の特性値を再測定するよう測定部 1 へ指示信号を送信する（ステップ S 9 0 4）。指示信号を受信した測定部 1 は、検査規格の上限値以下、下限値以上の範囲に属する全ての製品 1 0 の特性値を再測定する。C P U 2 1 は、再測定した製品 1 0 の特性値を取得し（ステップ S 9 0 5）、取得した特性値に基づいて、検査規格の上限値以下、下限値以上の範囲に属する全ての製品 1 0 が良品であるか否かを再判定する（ステップ S 9 0 6）。C P U 2 1 が、算出した消費者リスク C R が、所定の消費者リスク以下であると判断した場合（ステップ S 9 0 2 : N O）、C P U 2 1 は、製品ロット 1 1 を良ロットであると判定し（ステップ S 9 0 7）、検査規格の上限値より大きい範囲及び下限値より小さい範囲に属する全ての製品 1 0 の特性値を再測定するよう測定部 1 へ指示信号を送信する（ステップ S 9 0 8）。指示信号を受信した測定部 1 は、検査規格の上限値より大きい範囲及び下限値より小さい範囲に属する全ての製品 1 0 の特性値を再測定する。C P U 2 1 は、再測定した製品 1 0 の特性値を取得し（ステップ S 9 0 9）、取得した特性値に基づいて、検査規格の上限値より大きい範囲及び下限値より小さい範囲に属する全ての製品 1 0 が良品であるか否かを再判定する（ステップ S 9 1 0）。

30

40

【 0 0 9 4 】

例えば、コンデンサ容量が 1 . 0 p F のコンデンサを製品 1 0 とする製品ロット 1 1 を一度判定部 5 で判定して、リスク算出部 6 で消費者リスク C R を算出する場合、製品規格の上限値を 1 . 0 2 p F、下限値を 0 . 9 8 p F、検査規格の上限値を 1 . 0 1 p F、下限値を 0 . 9 9 p F、測定値標準偏差 G R R を 0 . 0 0 4 p F とすると、特性値の平均値は 1 . 0 0 6 7 p F、製品標準偏差 P V は 0 . 0 2 0 9 p F、消費者リスク C R は 1 8 2

50

． 27 ppm、良品率は34.52%と算出される。

【0095】

同じ製品ロット11に対して、検査規格の上限値を1.00912 pF、下限値を0.99088 pFと条件を厳しくすると消費者リスクCRは182.27 ppmより小さくなる。製品10を、製品10の特性値を検査して出荷する場合に定める所定の消費者リスクを182.27 ppm以下とした場合、本実施の形態2に係る製品検査装置は、製品ロット11を良ロットと判定し、検査規格の上限値より大きい範囲及び下限値より小さい範囲に属する全ての製品10の特性値を再測定し、同じ検査規格に基づいて再判定する。1回目の判定で良品と判定された製品10の消費者リスクCRと、2回目の判定で良品と判定された製品10の消費者リスクCRとの合計は180.82 ppmとなり、所定の消費者リスク以下となる。また、検査規格外と判定された製品規格内の製品10の特性値を再測定することで、生産者リスクPRを小さくすることができ、良品率が39.07%に向上する。

10

【0096】

また、同じ製品ロット11に対して、検査規格の上限値を1.01461 pF、下限値を0.98539 pFと条件を緩くすると消費者リスクCRは182.27 ppmより大きくなる。製品10を、製品10の特性値を検査して出荷する場合に定める所定の消費者リスクを182.27 ppm以下とした場合、本実施の形態2に係る製品検査装置は、製品ロット11を不良ロットと判定し、検査規格の上限値以下、下限値以上の範囲に属する全ての製品10の特性値を再測定し、同じ検査規格に基づいて再判定する。1回目の判定で良品と判定された製品10の消費者リスクCRは3678 ppmであったが、検査規格内と判定された製品規格外の製品10の特性値を再測定することで、2回目の判定で良品と判定された製品10の消費者リスクCRは180.87 ppmとなり、所定の消費者リスク以下となる。また、検査規格の条件が緩くなっているため、2回目の判定後の良品率は42.12%と向上する。

20

【0097】

なお、同じ製品ロット11に対して、検査規格の上限値を1.00957 pF、下限値を0.99043 pFと条件をさらに厳しくして、検査規格の上限値から製品規格の上限値までの範囲、及び検査規格の下限値から製品規格の下限値までの範囲に属する全ての製品10の特性値を再測定し、同じ検査規格に基づいて再判定しても、1回目の判定で良品と判定された製品10の消費者リスクCRと、2回目の判定で良品と判定された製品10の消費者リスクCRとの合計は181.10 ppmとなり、良品率は40.28%と向上する。上述の処理を行うことで、再判定する製品10の個数を、検査規格の上限値より大きい範囲及び下限値より小さい範囲に属する全ての製品10を対象とする場合に比べて少なくすることができるとともに、良品率を1.21%向上させることができる。

30

【0098】

また、同じ製品ロット11に対して、検査規格の上限値を1.01461 pF、下限値を0.98539 pFと条件を緩くして、検査規格の上限値より測定値標準偏差GRRの3倍小さい範囲、及び検査規格の下限値より測定値標準偏差GRRの3倍大きい範囲に属する全ての製品10の特性値を再測定し、同じ検査規格に基づいて再判定しても、2回目の判定で良品と判定された製品10の消費者リスクCRは181.00 ppmとなり、良品率は42.23%と向上する。上述の処理を行うことで、再判定する製品10の個数を、上限値以下、下限値以上の範囲に属する全ての製品10を対象とする場合に比べて1/8程度と非常に少なくすることができるとともに、良品率を0.11%向上させることができる。

40

【0099】

以上のように、本実施の形態2に係る製品検査装置では、上述した処理を行うことで製品ロット11が良ロットであるか否かを判定することができ、所定の消費者リスクより、製品ロット11の消費者リスクCRが大きい場合に、不良ロットと判定された製品ロット11の出荷を防止することができる。また、本実施の形態2に係る製品検査装置では、さ

50

らに製品10を再判定するので、所定の消費者リスクよりも製品ロット11の消費者リスクCRを小さくすることができるとともに、良品率を向上させることができる。

【0100】

なお、上述した実施の形態2は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更することができることは言うまでもない。例えば、消費者リスクのみに基づいて製品ロット11が良ロットであるか否かを判定する場合に限定されるものではなく、生産者リスクのみ、又は消費者リスク及び生産者リスクの双方に基づいて製品ロット11が良ロットであるか否かを判定しても良い。

【0101】

(実施の形態3)

本発明の実施の形態3に係る製品検査装置では、測定値標準偏差GRRを製品10の特性値を測定する前に、不確かさを評価する手法、測定システム解析MSAの手法等を用いて予め算出しておくのではなく、製品ロット11に含まれる一部又は全部の製品10の特性値を測定した結果に基づき算出する。なお、本実施の形態3に係る製品検査装置の構成例を示すブロック図は、実施の形態1の図1に示した構成例を示すブロック図と同じであるため、詳細な説明は省略する。

【0102】

本実施の形態3に係る製品検査装置の動作について説明する。図10は、本発明の実施の形態3に係る製品検査装置の機能ブロック図である。図10に示す製品検査装置の機能ブロック図は、測定値標準偏差算出部4の構成以外、実施の形態2の図7で示した製品検査装置の機能ブロック図と同じであるため、同じ構成要素に、同じ符号を付して詳細な説明を省略する。

【0103】

測定値標準偏差算出部4は、分類部41、再分類部42、推定個数算出部43、標準偏差算出部44を備えている。

【0104】

分類部41は、測定部1において測定した特性値に基づいて、検査規格に応じて製品10を良品と不良品とに分類する。分類部41は、検査規格の上限値以下、下限値以上の範囲に属する製品10を良品、検査規格の下限値よりも小さい範囲、及び検査規格の上限値よりも大きい範囲に属する製品10を不良品として分類する。なお、分類部41は、判定部5で製品10が良品であるか否かを判定した結果を利用して製品10を分類しても良い。

【0105】

再分類部42は、分類部41で良品又は不良品に分類された製品10の特性値を測定部1で再測定し、再測定した特性値に基づき、良品又は不良品と分類された製品10を分類部41と同じ検査規格に応じて良品と不良品とに再分類する。ここで、再分類部42が、良品に分類された製品10を良品と不良品とに再分類する具体例を、図を用いて説明する。図11は、本発明の実施の形態3に係る製品検査装置の再分類部42が良品に分類された製品10を再分類した場合の確率分布を示した模式図である。図11には、検査規格の上限値及び下限値が図示されている。図11では、分類部41で良品に分類された製品10が、測定部1の測定値バラツキにより不良品に再分類された製品10と、分類部41で良品に分類された製品10が、良品に再分類された製品10とが図示されている。

【0106】

なお、再分類部42は、製品ロット判定部7で良ロットであるか否かを判定した後に、判定部5が、良品又は不良品に分類された製品10の特性値を測定部1で再測定し、再測定した特性値に基づいて製品10が良品であるか否かを再判定した結果を利用して良い。

【0107】

再分類部42で再分類した結果、製品10は、良品と不良品とに再分類される。再分類部42により不良品に再分類された製品10の条件は、次の第1条件及び第2条件の2種

10

20

30

40

50

類の条件となる。第1条件は、製品10が真に良品であって、分類部41で良品に分類され、再分類部42で不良品に再分類された製品10である。第2条件は、製品10が真に不良品であって、分類部41で良品に分類され、再分類部42で不良品に再分類された製品10である。

【0108】

再分類部42により製品10が不良品に再分類されるのは、測定値標準偏差GRRを有しているためであり、みなし標準偏差TVは、(数1)のように製品標準偏差PV及び測定値標準偏差GRRで表される。測定値標準偏差GRRを算出するには、(数1)と、第1条件及び第2条件を満たす製品10の個数とを共に満足させる必要がある。

【0109】

第1及び第2条件を満たす製品10の個数は、消費者リスクCRの算出式(数2)と、生産者リスクPRの算出式(数3)とに基づいて推定することができる。

【0110】

(数2)及び(数3)を利用して製品標準偏差PV及び測定値標準偏差GRRを算出するには、第1条件及び第2条件を満足する(数2)及び(数3)の二重積分式と、(数1)との連立方程式を解く必要がある。しかし、該連立方程式を数学的に解くことは困難である。

【0111】

そこで、本実施の形態3に係る製品検査装置では、図10に示す推定個数算出部43及び標準偏差算出部44を利用して、(数1)と、第1条件及び第2条件を満たす製品10の個数とを共に満足させる製品標準偏差PV及び測定値標準偏差GRRを算出する。ここで、推定個数算出部43は、製品標準偏差PV及び測定値標準偏差GRRを変数とするみなし標準偏差TVの確率分布に基づいて、不良品に再分類された製品10の個数を推定し、不良品に再分類された製品10の推定個数として算出する。標準偏差算出部44は、再分類部42で不良品に再分類された製品10の個数と、不良品に再分類された製品10の推定個数とが略一致するようにみなし標準偏差の確率分布の変数を変更し、変更した変数を製品標準偏差PV及び測定値標準偏差GRRとして算出する。

【0112】

具体的に、本実施の形態3に係る製品検査装置において、測定値標準偏差GRRを算出する処理手順について、フローチャートを用いて説明する。図12は、本発明の実施の形態3に係る製品検査装置が、測定値標準偏差GRRを算出する処理手順を示すフローチャートである。

【0113】

演算処理部2のCPU21は、分類部41で良品に分類された製品10を再分類部42で再分類し、不良品に再分類された製品10の個数を計数する(ステップS1201)。

【0114】

CPU21は、測定部1で測定した製品10の特性値から、みなし標準偏差TV及び特性値の平均値を算出する(ステップS1202)。

【0115】

CPU21は、測定値標準偏差GRRを $GRR1 = 0.1TV$ (初期値)と設定し、測定値標準偏差GRRの変更幅GRR2を、 $GRR2 = (TV - GRR1) / 10 = (TV - 0.1TV) / 10 = 0.09TV$ と設定する(ステップS1203)。

【0116】

CPU21は、算出したみなし標準偏差TVと、設定した測定値標準偏差GRR1とに基づき、製品標準偏差PVを設定し(ステップS1204)、設定した製品標準偏差PVの確率分布から、良品に分類された製品10の個数を推定する(ステップS1205)。ステップS1205の処理手順は、図4に示した処理手順の一部を用いて良品に分類された製品10の個数を推定する。ただし、検査規格と製品規格とが同一条件に規定してあるとして図4に示した処理手順を適用する。

【0117】

10

20

30

40

50

CPU21は、良品に分類された製品10の確率分布をさらに複数の区間に分け、各区間の確率分布が測定値標準偏差GRR1の確率分布に従うと仮定して、再分類部42で不良品に再分類された製品10の個数を推定し、不良品に再分類された製品10の推定個数として算出する(ステップS1206)。ステップS1206の処理手順も、図4に示した処理手順の一部を用いて不良品に再分類された製品10の個数を推定する。

【0118】

CPU21は、推定個数が、ステップS1201で計数した、不良品に再分類された製品10の個数より多いか否かを判断する(ステップS1207)。CPU21が、推定個数が、ステップS1201で計数した、不良品に再分類された製品10の個数以下と判断した場合(ステップS1207:NO)、CPU21は、測定値標準偏差GRR1を変更幅GRR2だけインクリメントし(ステップS1208)、処理をステップS1205へ戻す。具体的に、ステップS1208では、推定個数が、ステップS1201で計数した、不良品に再分類された製品10の個数より多くなるまで、測定値標準偏差GRR1を $0.1TV + 0.09TV$ 、 $0.1TV + 0.09TV + 0.09TV$ 、・・・と変更幅GRR2($0.09TV$)ずつインクリメントする。

10

【0119】

CPU21が、推定個数が、ステップS1201で計数した、不良品に再分類された製品10の個数より多いと判断した場合(ステップS1207:YES)、CPU21は、測定値標準偏差GRR1が初期値($0.1TV$)であるか否かを判断する(ステップS1209)。

20

【0120】

CPU21が、測定値標準偏差GRR1が初期値($0.1TV$)であると判断した場合(ステップS1209:YES)、測定値標準偏差GRR1がGRR1より小さくなるので、CPU21は、測定値標準偏差GRR1を2分の1($GRR1 = 0.05TV$)と設定し、変更幅GRR2も2分の1($0.045TV$)に設定して(ステップS1210)、処理をステップS1205に戻す。

【0121】

CPU21が、測定値標準偏差GRR1が初期値($0.1TV$)でないと判断した場合(ステップS1209:NO)、測定値標準偏差GRR1の精度を上げるために、CPU21は、測定値標準偏差GRR1を変更幅GRR2だけデクリメントする(ステップS1211)。

30

【0122】

CPU21は、ステップS1211の処理を行った回数を計数し(ステップS1212)、計数した処理回数が5回以下であるか否かを判断する(ステップS1213)。CPU21が、計数した処理回数が5回以下であると判断した場合(ステップS1213:YES)、測定値標準偏差GRR1の精度がまだ不十分であると判断して、CPU21は、変更幅GRR2を4分の1に設定して(ステップS1214)、処理をステップS1205に戻す。CPU21が、計数した処理回数が5回より多いと判断した場合(ステップS1213:NO)、測定値標準偏差GRR1の精度が十分であると判断して、CPU21は、ステップS1211の処理後の測定値標準偏差GRR1を変更幅GRR2の2分の1だけ大きくした値を測定値標準偏差GRR1として算出する(ステップS1215)。

40

【0123】

なお、図12に示すフローチャートのステップS1206では、良品に分類された製品10の確率分布から、再分類部42で不良品に再分類された製品10の個数を推定し、不良品に再分類された製品10の推定個数として算出する場合に限定されるものではなく、不良品に分類された製品10の確率分布から、再分類部42で不良品に再分類された製品10の個数を推定し、不良品に再分類された製品10の推定個数として算出しても良い。

【0124】

例えば、コンデンサ容量が $1.5pF$ のコンデンサを製品10とした場合、上限値を $1.515pF$ 、下限値を $1.485pF$ とした検査規格に応じて分類部41で20万個の

50

製品10からなる製品ロット11から10000個の製品10をサンプリングして、良品と不良品とに分類すると、良品に分類された製品10は7056個、上限値より大きい不良品に分類された製品10は1423個、下限値より小さい不良品に分類された製品10は1521個となる。同じ検査規格に応じて良品に分類された7056個の製品10を再分類部42で再分類すると、良品に再分類された製品10は6841個、上限値より大きい不良品に再分類された製品10は110個、下限値より小さい不良品に再分類された製品10は105個となる。図12に示す処理手順を用いて、測定値標準偏差GRRを算出すると、 $GRR = 0.00118 pF$ と算出できる。

【0125】

さらに、製品規格の上限値を1.52 pF、下限値を1.48 pFとしたとき、算出した測定値標準偏差GRR等を用いて、本実施の形態1の図4で説明した処理により消費者リスクCRを算出すると、0.06 ppmと算出される。製品10を、製品10の特性値を検査して出荷する場合に定める所定の消費者リスクが12 ppm以下と設定されている場合、製品ロット11は良ロットとして出荷が可能である。しかしながら、消費者リスクCRが0.06 ppmと、所定の消費者リスクの12 ppm以下ではあるが、かなり小さな値となる。そこで、算出する消費者リスクCRが所定の消費者リスクに近づくよう検査規格を変更することで、製品ロット11の良品率を向上させることができる。消費者リスクCRが10 ppmになるように検査規格の上限値を1.5165 pF、下限値を1.4835 pFに変更すると、良品率が70.57%から75.14%に向上する。

【0126】

次に、異なる製品ロット11を製品検査装置で検査した場合について述べる。製品ロット11がコンデンサ容量1.5 pFのコンデンサを製品10とした場合、上限値を1.515 pF、下限値を1.485 pFとした検査規格に応じて分類部41で20万個の製品10を全て分類すると、良品に分類された製品10は142306個(良品率71.15%)、上限値より大きい不良品に分類された製品10は31349個、下限値より小さい不良品に分類された製品10は26345個となる。同じ検査規格に応じて不良品に分類された57694個(31349個+26345個)の製品10を再分類部42で再分類すると、良品に再分類された製品10は5701個、上限値より大きい不良品に再分類された製品10は28331個、下限値より小さい不良品に再分類された製品10は23662個となる。図12に示す処理手順を用いて、測定値標準偏差GRRを算出すると、 $GRR = 0.00157 pF$ と算出できる。

【0127】

さらに、製品規格の上限値を1.52 pF、下限値を1.48 pFとしたとき、算出した測定値標準偏差GRR等を用いて、実施の形態1の図4で説明した処理により消費者リスクCRを算出すると、5.98 ppmと算出される。製品10を、製品10の特性値を検査して出荷する場合に定める所定の消費者リスクが12 ppm以下と設定されている場合、製品ロット11は良ロットとして出荷が可能である。また、良品に分類された142306個の製品10の消費者リスクCRと、不良品に分類された57694個の製品10を再分類して、良品に再分類された5701個の製品10の消費者リスクCRとはともに同程度である。そのため、良品に分類された142306個の製品10と、良品に再分類された5701個の製品10とをあわせて良品であるとして出荷した場合、消費者リスクCRは11.95 ppm、良品率は74.00%となる。

【0128】

以上のように、本実施の形態3に係る製品検査装置では、上述した処理を行うことで測定値標準偏差GRRを算出することができるので、製品10の特性値を測定する前に、不確かさを評価する手法、測定システム解析MSAの手法等を用いて予め測定値標準偏差GRRを算出しておく必要がない。また、本実施の形態3で算出した測定値標準偏差GRRは、測定システム解析MSAの手法を用いて算出した測定値標準偏差に比べて多くの製品10の特性値を測定して、測定した多くの特性値に基づいて算出されるため、測定システム解析MSAの手法で算出した測定値標準偏差GRRに比べて精度が高くなる。また、本

10

20

30

40

50

実施の形態 3 に係る製品検査装置では、実施の形態 2 のように判定部 5 で製品 10 が良品であるか否かを再判定する場合、判定部 5 で再判定した結果を利用できるため、特に測定値標準偏差 G R R を算出するためだけに製品 10 の特性値を測定することは不要である。

【 0 1 2 9 】

なお、上述した実施の形態 3 は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更することができることは言うまでもない。例えば、製品標準偏差 P V の各区間の確率分布が、測定値標準偏差 G R R の確率分布に従うと仮定して、不良品に再分類された製品 10 の個数を推定して再分類された製品 10 の推定個数として算出する場合に限定されるものではなく、製品標準偏差 P V 及び測定値標準偏差 G R R を変数とするみなし標準偏差 T V の確率分布に基づく製品 10 の特性値をモンテカルロ法により生成して、不良品に再分類された製品 10 の個数を推定して再分類された製品 10 の推定個数として算出しても良い。

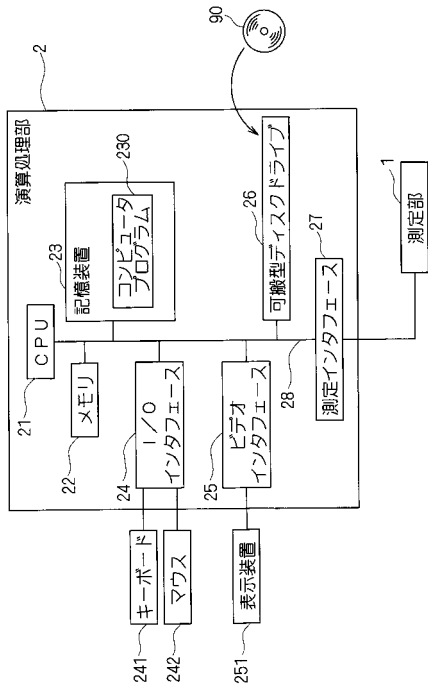
10

【符号の説明】

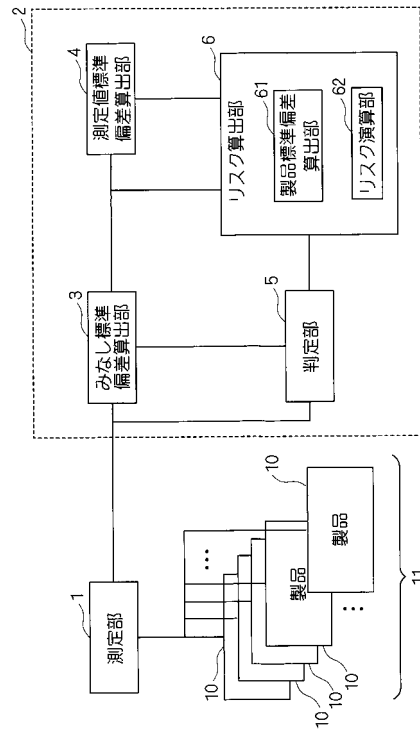
【 0 1 3 0 】

- 1 測定部
- 2 演算処理部
- 3 みなし標準偏差算出部
- 4 測定値標準偏差算出部
- 5 判定部
- 6 リスク算出部
- 7 製品ロット判定部 20
- 10 製品
- 11 製品ロット
- 21 CPU
- 22 メモリ
- 23 記憶装置
- 24 I/Oインタフェース
- 25 ビデオインタフェース
- 26 可搬型ディスクドライブ
- 27 測定インタフェース
- 28 内部バス 30
- 41 分類部
- 42 再分類部
- 43 推定個数算出部
- 44 標準偏差算出部
- 61 製品標準偏差算出部
- 62 リスク演算部
- 90 可搬型記録媒体
- 230 コンピュータプログラム
- 241 キーボード
- 242 マウス 40
- 251 表示装置

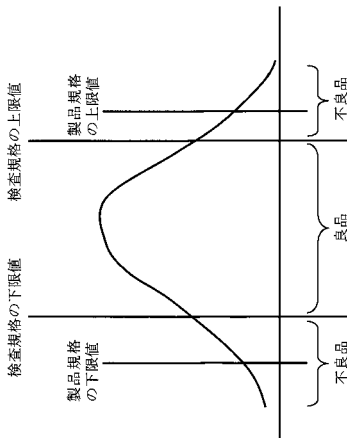
【図1】



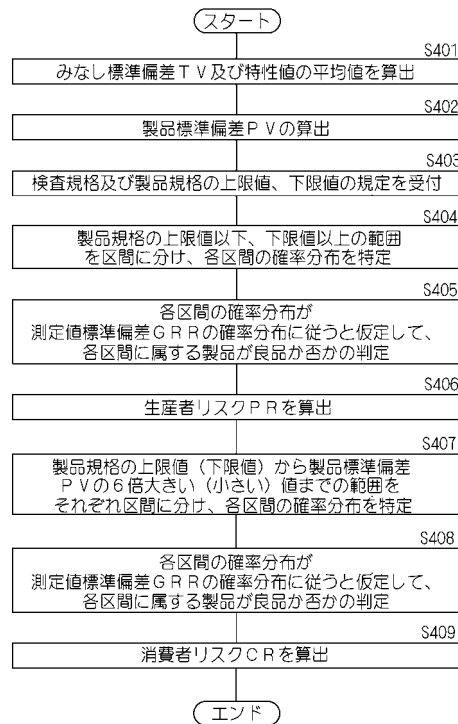
【図2】



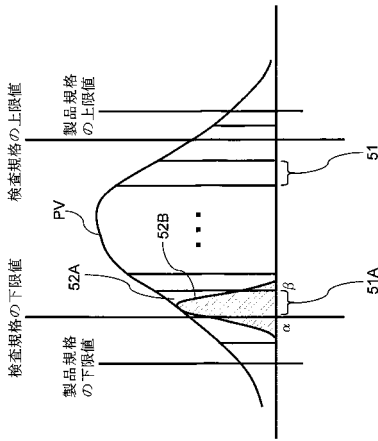
【図3】



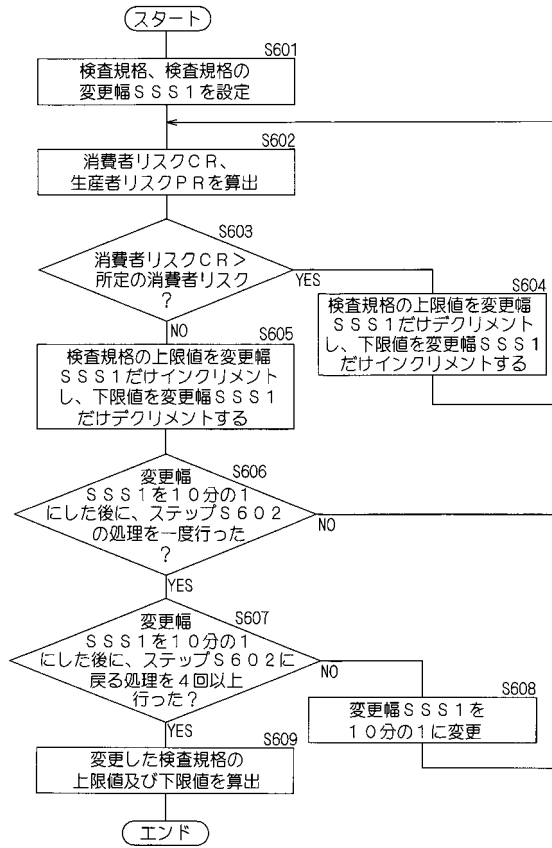
【図4】



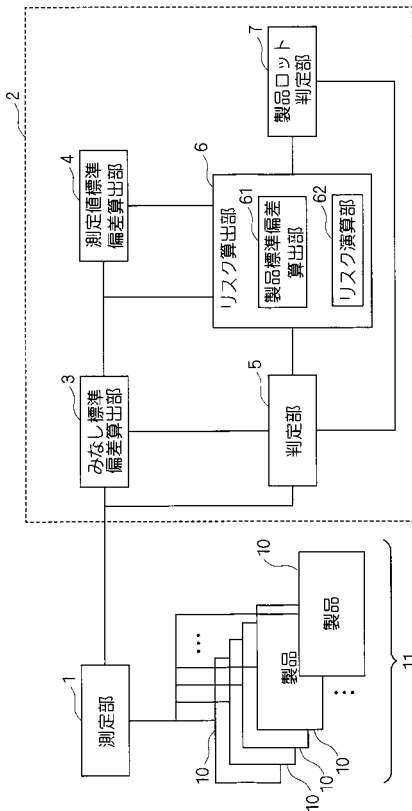
【図5】



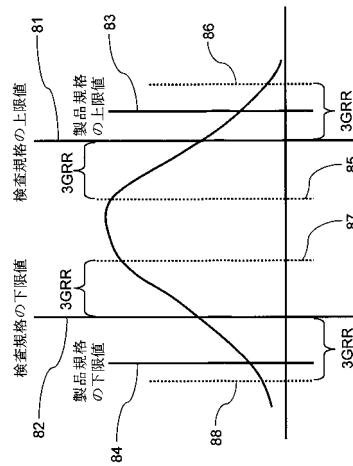
【図6】



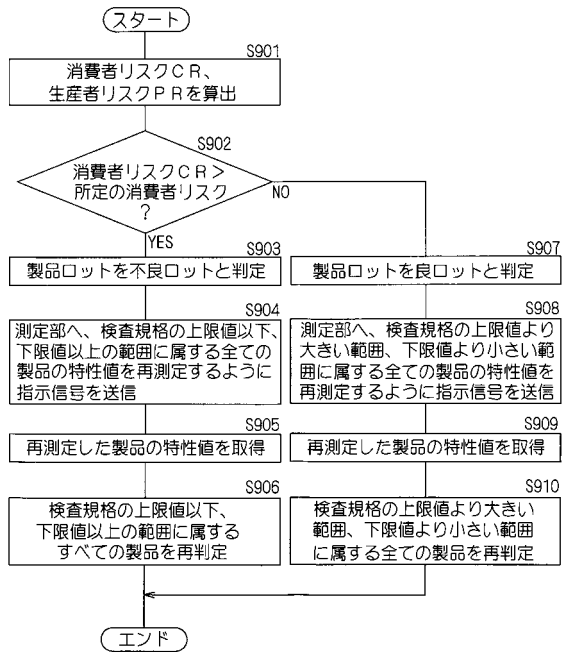
【図7】



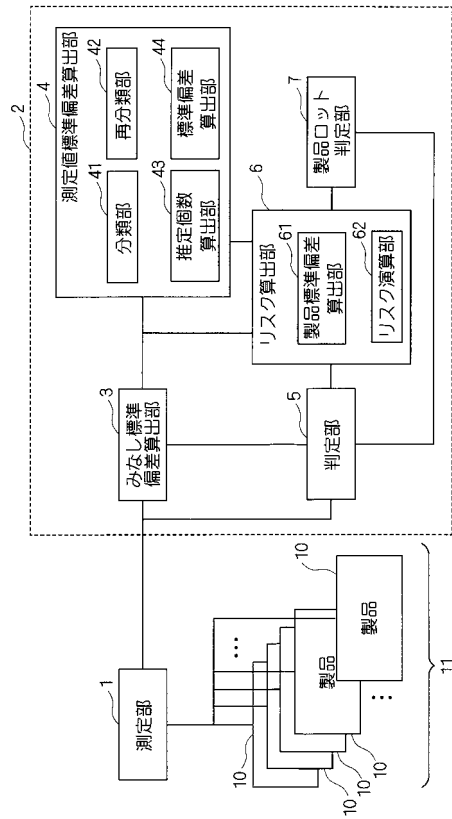
【図8】



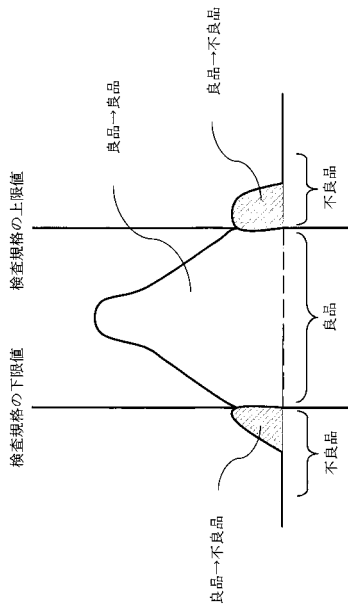
【図9】



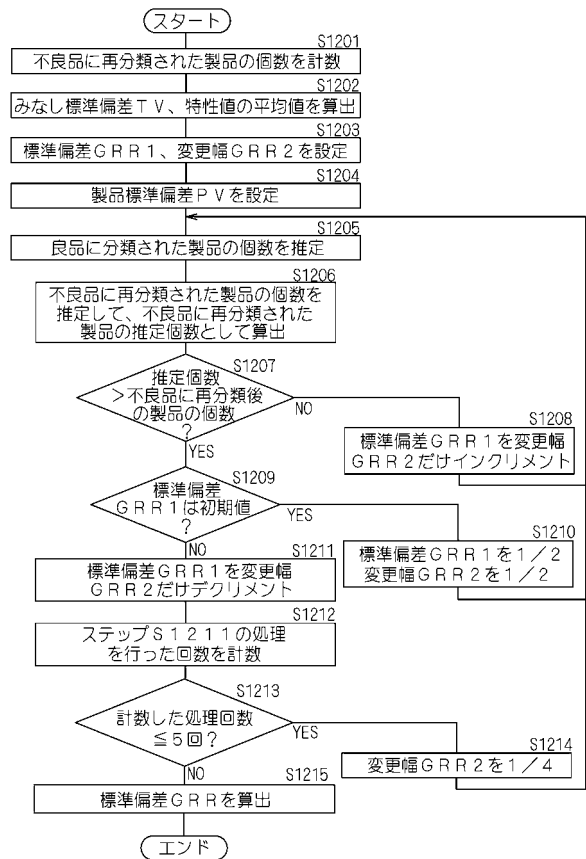
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-139621(JP,A)
特開平08-274139(JP,A)
特開平03-052247(JP,A)
特開2008-216042(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06Q 10/00 - 50/34
G05B 19/418