

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4755752号
(P4755752)

(45) 発行日 平成23年8月24日(2011.8.24)

(24) 登録日 平成23年6月3日(2011.6.3)

(51) Int.Cl. F 1
GO 1 N 23/04 (2006.01) GO 1 N 23/04
GO 1 N 23/20 (2006.01) GO 1 N 23/20
GO 1 N 33/02 (2006.01) GO 1 N 33/02

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2000-361613 (P2000-361613)	(73) 特許権者	391017540
(22) 出願日	平成12年11月28日(2000.11.28)		東芝ITコントロールシステム株式会社
(65) 公開番号	特開2002-168807 (P2002-168807A)		東京都中央区日本橋本町四丁目9番11号
(43) 公開日	平成14年6月14日(2002.6.14)	(74) 代理人	100084618
審査請求日	平成19年11月8日(2007.11.8)		弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100092196
			弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100070437
			弁理士 河井 将次

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 青果物検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

X線ビームを放射するX線源と、
 前記X線源からのX線ビームを空間分解能をもって検出するX線検出器と、
 前記X線源から前記X線検出器へ向かうX線ビームを横切るように青果物を移動させる搬送手段と、

前記X線検出器により得られた青果物の透過画像データを処理するデータ処理手段とを備え、

前記データ処理手段は、前記青果物の透過画像データに対し、対数変換と、前記青果物自身のシェーディングを表す大きさの異なる複数の元補正画像の一つを前記青果物の透過画像データから求めた前記青果物の大きさに応じて選択して前記青果物の中心座標に位置合わせして減算する前記青果物自身のシェーディングを補正するシェーディング補正と、空洞部抽出及び空洞部画素積算による空洞体積の計算と、当該空洞体積による空洞の評価とを行なうようにしたことを特徴とする青果物検査装置。

【請求項2】

X線ビームを放射するX線源と、
 前記X線源からのX線ビームを空間分解能をもって検出するX線検出器と、
 前記X線源から前記X線検出器へ向かうX線ビームを横切るように青果物を移動させる搬送手段と、

前記X線検出器により得られた青果物の透過画像データを処理するデータ処理手段とを

備え、

前記データ処理手段は、前記青果物の透過画像データに対し、対数変換と、前記青果物自身のシェーディングを表す大きさの異なる複数の元補正画像の一つを前記青果物の透過画像データから求めた前記青果物の大きさに応じて選択して前記青果物の中心座標に位置合わせして減算する前記青果物自身のシェーディングを補正するシェーディング補正と、空洞部抽出及び空洞部画素数求出による空洞面積の計算と、当該空洞面積による空洞の評価とを行なうようにしたことを特徴とする青果物検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばスイカ、メロン、カボチャ、ダイコン等の青果物を検査する装置に係り、特に青果物の内部の空洞あるいは水分の偏在、また糖度等を非破壊で高精度で測定して、青果物の品質を評価し選別できるようにした青果物検査装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から、スイカ、メロン、カボチャ、ダイコン等の青果物の空洞や水分の過小部分の有無を、X線を用いて判定する手法としては、例えば“特開昭62-273087号公報”、“特開平8-242681号公報”、“特開平11-174001号公報”、“特開平11-211677号公報”等が、既に知られている。

【0003】

これらの手法では、青果物のX線透過画像を作り、あるものは、透過するX線量の大小で空洞を評価し、またあるものは、空洞部と隣接した非空洞部のコントラストの大小で空洞を評価するようにしている。

【0004】

一方、青果物の糖度を非破壊により測定する手法としては、例えば“特開平9-5234号公報”等が、既に知られている。

【0005】

この手法は、近赤外光を青果物に当てて、出射された光から光吸収を測定し、糖度を測定するものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような従来の方法においては、次のような解決すべき課題がある。

【0007】

青果物、例えばスイカは、内部の空洞が細長い平面状（ひび割れ状）に生じることが多く、透過画像の方向によって、空洞の見え方が著しく変化する。

【0008】

すなわち、従来の評価方法では、透過方向が空洞面に沿った方向の場合には、空洞部が明るくはっきり見えて、空洞大と評価され、傾斜している場合には、空洞部は目立たず、空洞小と評価され、評価が空洞面の方向によって著しく変化してしまうという問題がある。

【0009】

また、糖度測定においては、近赤外光を用いていることから、青果物の形状、大きさ、色等に影響されてしまい、精度が上がらないという問題がある。

【0010】

さらに、従来の方法では、青果物の未熟あるいは過熟が非破壊で判定できないという問題もある。

【0011】

本発明の目的は、青果物の内部の空洞の体積に略比例した量を測定して、精度の良い青果物の内部の空洞の評価を非破壊で行なうことが可能な青果物検査装置を提供することにある。

【0012】

10

20

30

40

50

また、本発明の他の目的は、青果物の形状、大きさ、色、等に影響されることなく、青果物の糖度の評価を非破壊で行なうことが可能な青果物検査装置を提供することにある。

【0013】

さらに、本発明の他の目的は、青果物の形状、大きさ、色、等に影響されることなく、青果物の未熟あるいは過熟の評価を非破壊で行なうことが可能な青果物検査装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、請求項1に対応する発明の青果物検査装置は、X線ビームを放射するX線源と、X線源からのX線ビームを空間分解能をもって検出するX線検出器と、X線源からX線検出器へ向かうX線ビームを横切るように青果物を移動させる搬送手段と、X線検出器により得られた青果物の透過画像データを処理するデータ処理手段とを備え、データ処理手段は、青果物の透過画像データに対し、対数変換と、青果物自身のシェーディングを表す大きさの異なる複数の元補正画像の一つを青果物の透過画像データから求めた前記青果物の大きさに応じて選択して青果物の中心座標に位置合わせして減算する青果物自身のシェーディングを補正するシェーディング補正と、空洞部抽出及び空洞部画素積算による空洞体積の計算と、当該空洞体積による空洞の評価とを行なうようにしている。

【0015】

従って、請求項1に対応する発明の青果物検査装置においては、X線ビームを横切る青果物の透過画像データに対し、対数変換とシェーディング補正と、空洞部抽出及び空洞部画素積算による空洞体積の計算と、当該空洞体積による空洞の評価とを行なうことにより、透過画像データに対数変換を加えて、透過長に比例する量の画像が求まり、当該画像から空洞画像を抽出してこれを画素で積算することで、積算値は空洞の体積（に比例した量）となる。

この場合、体積で評価するため、精度の良い空洞の評価を行なうことができる。

【0016】

また、請求項2に対応する発明の青果物検査装置は、X線ビームを放射するX線源と、X線源からのX線ビームを空間分解能をもって検出するX線検出器と、X線源からX線検出器へ向かうX線ビームを横切るように青果物を移動させる搬送手段と、X線検出器により得られた青果物の透過画像データを処理するデータ処理手段とを備え、データ処理手段は、青果物の透過画像データに対し、対数変換と、青果物自身のシェーディングを表す大きさの異なる複数の元補正画像の一つを青果物の透過画像データから求めた前記青果物の大きさに応じて選択して青果物の中心座標に位置合わせして減算する青果物自身のシェーディングを補正するシェーディング補正と、空洞部抽出及び空洞部画素数求出による空洞面積の計算と、当該空洞面積による空洞の評価とを行なうようにしている。

【0017】

従って、請求項2に対応する発明の青果物検査装置においては、X線ビームを横切る青果物の透過画像データに対し、対数変換とシェーディング補正と、空洞部抽出及び空洞部画素数求出による空洞面積の計算と、当該空洞面積による空洞の評価とを行なうことにより、透過画像に対数変換を加えて、透過長に比例する量の画像が求まり、当該画像から空洞の二値化像を抽出して、画素数から空洞部の面積（に比例した量）を計算することで、（体積に準じて）精度の良い空洞の評価を行なうことができる。

この場合、前記請求項1に対応する発明の体積計算に比べて、より処理計算時間を短縮することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0023】

（第1の実施の形態）

10

20

30

40

50

図 1 (a) および (b) は、本実施の形態による青果物検査装置の構成例を示す正面図および側面図である。

【 0 0 2 4 】

図 1 において、X 線源である X 線管 1 から発生する X 線は、コリメータ 9 で成形されてファン状の X 線ビーム 2 となる。

【 0 0 2 5 】

X 線検出器 3 は、一次元の多チャンネル X 線検出器であり、X 線ビーム 2 を空間分解能をもって検出するように配置されている。

【 0 0 2 6 】

この X 線検出器 3 は、X 線の強度を検出し、当該強度に比例したデジタルデータを出力する。

10

【 0 0 2 7 】

被検体である青果物 (本例では、スイカ) 4 は、搬送手段であるコンベア 5 により、X 線管 1 から X 線検出器 3 へ向かう X 線ビーム 2 を横切るように搬送される。

【 0 0 2 8 】

この搬送中に、X 線検出器 3 の出力は、青果物 4 の透過画像データとしてデータ処理部 7 に取込まれる。

【 0 0 2 9 】

データ処理部 7 および表示部 8 は、通常のコンピュータを用いてなるものであり、CPU、メモリ、ディスク、キーボード、インターフェース等からなり、青果物 4 の透過画像データを処理して評価するソフトウェア等を記憶している。

20

【 0 0 3 0 】

表示部 8 には、透過像や評価結果が表示される。

【 0 0 3 1 】

なお、6 は遮蔽箱を示している。

【 0 0 3 2 】

次に、以上のように構成した本実施の形態による青果物検査装置の作用について説明する。

【 0 0 3 3 】

なお、ここでは、データ処理部 7 が行なう処理を中心として述べる。

30

【 0 0 3 4 】

図 1 において、青果物 4 が X 線ビーム 2 を横切る時、コンベア 5 による搬送の一定ピッチ毎に、X 線検出器 3 の全チャンネルのデータを取り込み、横軸にチャンネル、縦軸に搬送距離をとってデータを並べると、透過画像が得られる。

この透過画像は、X 線の強度に比例した画像である。

【 0 0 3 5 】

次に、この透過画像 I に対数変換を加える。

【 0 0 3 6 】

この場合、対数変換の式は、空気データ (青果物 4 が無い時のデータ) を IA として、

$$P = \ln(IA / I) \quad \dots (1)$$

40

である。

【 0 0 3 7 】

この画像 P は、略青果物 4 の (透過経路に沿った) 透過長 (に比例した値) の画像である。

【 0 0 3 8 】

次に、この画像 P に対し、画像処理を加える。

【 0 0 3 9 】

図 2 は、画像処理のデータフローを示す図である。

【 0 0 4 0 】

図 2 において、処理のステップは、S 1 乃至 S 9 のステップを番号順に行なう。

50

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 : 原画像 P を二値化して二値化画像 1 を得る。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 2 : 二値化画像 1 の横幅(あるいは縦幅)から、青果物のサイズを求める。
さらに、縦横の縁から、中心座標を求める。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 3 : 青果物のサイズから、シェーディング補正用の元補正画像を選択する。

【 0 0 4 4 】

すなわち、あらかじめ計算して記憶してある元補正画像から、青果物のサイズよりも少し大きい元補正画像を選択する。

10

【 0 0 4 5 】

さらに、この画像を青果物 4 の中心座標に合うようにずらして、補正画像を得る。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 4 : 原画像 P と補正画像とを減算して、差画像を得る。

この差画像は、(透過経路に沿った)空洞長(に比例した値)の画像となる。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 5 : 差画像を二値化して、二値化画像 2 を得る。

これにより、空洞と縁が抽出される。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 6 : 二値化画像 1 と二値化画像 2 との論理和をとる。

これにより、空洞のみの空洞二値画像が抽出される。

20

【 0 0 4 9 】

ステップ S 7 : 差画像と空洞二値画像との乗算を行ない、空洞画像(空洞のみの多値画像)を得る。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 8 : 空洞画像の画素積算を行ない、空洞体積(に比例する量)を求める。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 9 : 空洞体積と基準値とを比較して、評価(不良品やランクの判定)を行なう。

【 0 0 5 2 】

以上のようにして、本実施の形態では、空洞体積(に比例する量)を求めて評価を行なうことで、極めて精度の良い青果物 4 の空洞の評価を行なうことができる。

30

【 0 0 5 3 】

すなわち、ここで空洞体積(に比例する量)が求まるのは、透過画像 I に対数変換を加えて透過長(に比例する量)の画像 P を求め、空洞を抽出して空洞長(に比例する量)の空洞画像を得て、これを画素で積算しているためである。

【 0 0 5 4 】

画像 P が透過長の画像となる理由は、青果物 4 の X 線吸収係数を μ として、透過長 L の時の X 線検出器 3 の出力 I は、

$$I = IA \cdot \text{EXP} e(-\mu \cdot L) \quad \dots (2)$$

40

となるので、

I を前記式(1)で対数変換すると、

$$P = \mu \cdot L \quad \dots (3)$$

となり、画像 P は透過長 L に比例することで示される。

【 0 0 5 5 】

上述したように、本実施の形態による青果物検査装置では、青果物 4 の内部の空洞の体積に略比例した量を測定して、精度の良い青果物 4 の内部の空洞の評価を非破壊で行なうことが可能となる。

【 0 0 5 6 】

(変形例 1)

50

上記実施の形態では、式(1)の対数変換を用いるようにしたが、正確な対数変換でなく、対数変換に近い非線型階調変換を用いるようにしても、上記実施の形態の場合と略同様の作用効果を得ることができる。

【0057】

また、図2に示す画像処理のデータフローにおいて、ステップS8の代わりに、ステップS8'を用いるようにしてもよい。

【0058】

すなわち、ステップS8'では、空洞二値画像の画素積算を行ない、空洞面積(に比例する量)を求める。

【0059】

かかる処理を採用した場合には、体積に準ずる量である面積で判定が行なわれる。

【0060】

実質的に、多くの場合、正確な判定が可能であり、ステップS7の乗算を省略することができ、処理が簡略化されて高速化を図れるという利点を有する。

【0061】

図3は、同変形例1の構成例を示す概要図である。

【0062】

すなわち、本変形例では、水平方向に対向させたX線管11とX線検出器13とを付加したものでとしている。

【0063】

なお、12はX線ビームを示している。

【0064】

X線管11およびX線検出器13は、それぞれ元のX線管1およびX線検出器3と同等のものである。

【0065】

以上のような構成の青果物検査装置においては、X線検出器13による透過画像にも同じ処理を加え、2つの判定を総合して最終判定を行なうことで、より一層正確な評価を行なうことが可能となる。

【0066】

(変形例2)

図4は、同変形例2の構成例を示す概要図である。

【0067】

すなわち、本変形例では、青果物4の下部には凹部15があるが、産地や品種で大きさが異なる。

【0068】

凹部15が大きな場合には、元補正画像をプロフィール16のように飽和させると、シェーディング補正を正確に行なうことが可能となる。

【0069】

(第2の実施の形態)

図5は、本実施の形態による青果物検査装置の構成例を示す要部概要図であり、図1と同一部分には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0070】

すなわち、本実施の形態による青果物検査装置は、図5に示すように、図1に散乱線検出器21を付加した構成としている。

【0071】

散乱線検出器21は、X線検出器3と同様のX線検出器であるが、チャンネル数は少なくてもよい。

【0072】

この散乱線検出器21は、X線検出器3に隣接して略平行に、X線ビーム2が当たらない

10

20

30

40

50

ように X 線ビーム 2 の外に配置され、青果物 4 に当たって散乱する散乱線 20 を検出する。

【0073】

散乱線検出器 21 の出力は、同様に散乱画像データとして前記データ処理部 7 に取込まれる。

【0074】

次に、以上のように構成した本実施の形態による青果物検査装置の作用について説明する。

【0075】

なお、図 1 と同一部分の作用についてはその説明を省略し、ここでは異なる部分の作用についてのみ述べる。

10

【0076】

図 5 において、X 線ビーム 2 の一部は、青果物 4 に当たって全周方向に散乱されて散乱線 20 となる。

このうち、前方に散乱されたものが、散乱線検出器 21 で検出される。

【0077】

データ処理部 7 は、散乱線検出器 21 の 1 つのチャンネルの出力を I_s 、X 線検出器 3 の隣接するチャンネルの（同時刻の）出力を I として、 I_s に次のような強度補正を加えて、散乱の割合 I_s' を求める（各チャンネルで求める）。

【0078】

20

$$I_s' = I_s / I \quad \dots (4)$$

ところで、散乱線 20 の 1 個あたりのエネルギーは、散乱角が小さいほど大きくなり、前方散乱は X 線ビーム 2 とほぼ同じエネルギーである。

また、前方散乱は X 線ビーム 2 とほぼ同じ経路を通るので、 I_s と I はほぼ同じ減衰、すなわち青果物 4 の X 線吸収係数を μ 、透過長を L として、減衰、 $E X P e (- \mu \cdot L)$ を受けている。

【0079】

これにより、上記式 (4) で、強度だけでなく青果物 4 自体による減衰が補正できることがわかる。

【0080】

30

次に、 I_s' を、各チャンネル、および搬送距離で平均して、青果物 4 の散乱の割合 R_s を求める。

【0081】

図 6 は、同実施の形態における評価を説明するための図である。

【0082】

R_s が R_{s1} ないし R_{s2} の場合には良品であり、糖度を図のグラフで求める。

【0083】

また、 R_s が R_{s1} 以下の場合には未熟、 R_{s2} 以上の場合には過熟と、それぞれ判定する。

【0084】

これは、糖度が高いと散乱が増え、糖度が低いと散乱が減ることを利用している。

40

【0085】

また、過熟の場合には、水分の割合が過大となって散乱が過大となり、未熟の場合には、その逆となる。

【0086】

以上のようにして、本実施の形態では、X 線の散乱を利用することで、青果物 4 の形状、大きさ、色、等に影響され難い青果物 4 の糖度の評価を行なうことができる。

【0087】

また、X 線は透過能力が高いので、レーザー光が透過し難い青果物 4 も容易に検査を行なうことができる。

【0088】

50

さらに、一つの装置で、青果物 4 の未熟、過熟、および空洞の検査も行なうことができる。

【0089】

上述したように、本実施の形態による青果物検査装置では、青果物 4 の形状、大きさ、色、等に影響されることなく、青果物 4 の糖度の評価、青果物 4 の未熟あるいは過熟の評価を、非破壊で行なうことが可能となる。

【0090】

(変形例)

上記実施の形態において、 R_s を求める時に、単純平均でなくウェイトを付けることもできる。

10

【0091】

すなわち、例えば透過長 L でウェイトを付ける場合には、式

$$R_s = (I_s' \cdot L) / (L) \quad \dots (5)$$

で平均する。

【0092】

ここで、 L は、

$$L = \ln(IA/I) / \mu \quad \dots (6)$$

で求める。

【0093】

このようにした場合、散乱の割合 R_s は、略青果物 4 の体積平均となるため、糖度が精度良く求められる。

20

【0094】

一方、空洞も同時に測定するため、空洞部を除外して平均を行なうようにしてもよい。これにより、空洞がある青果物 4 に対しても、精度良く糖度が求められる。

【0095】

その他、散乱線検出器 21 の出力 I_s を用いて、X線検出器 3 の出力 I に散乱線補正を加えることができる。

【0096】

ここで、散乱線補正は、前記対数変換の前に、式

$$I' = I - I_s \quad \dots (7)$$

で行なう。

【0097】

ここで、 I_s は、隣接するチャンネルの出力である。

【0098】

これにより、透過画像が高品質となり、青果物 4 の空洞の評価をより一層精度良く行なうことが可能となる。

【0099】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の青果物検査装置によれば、青果物の内部の空洞の体積に略比例した量を測定して、精度の良い青果物の内部の空洞の評価を非破壊で行なうことが可能となる。

40

【0100】

また、本発明の青果物検査装置によれば、青果物の形状、大きさ、色、等に影響されることなく、青果物の糖度の評価を非破壊で行なうことが可能となる。

【0101】

さらに、本発明の青果物検査装置によれば、青果物の形状、大きさ、色、等に影響されることなく、青果物の未熟あるいは過熟の評価を非破壊で行なうことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による青果物検査装置の第 1 の実施の形態を示す正面図および側面図。

【図 2】同第 1 の実施の形態の青果物検査装置における画像処理のデータフローを示す図

50

【図3】同第1の実施の形態の青果物検査装置における変形例1の構成例を示す概要図。

【図4】同第1の実施の形態の青果物検査装置における変形例2の構成例を示す概要図。

【図5】本発明による青果物検査装置の第2の実施の形態を示す概要図。

【図6】同第2の実施の形態の青果物検査装置における評価を説明するための図。

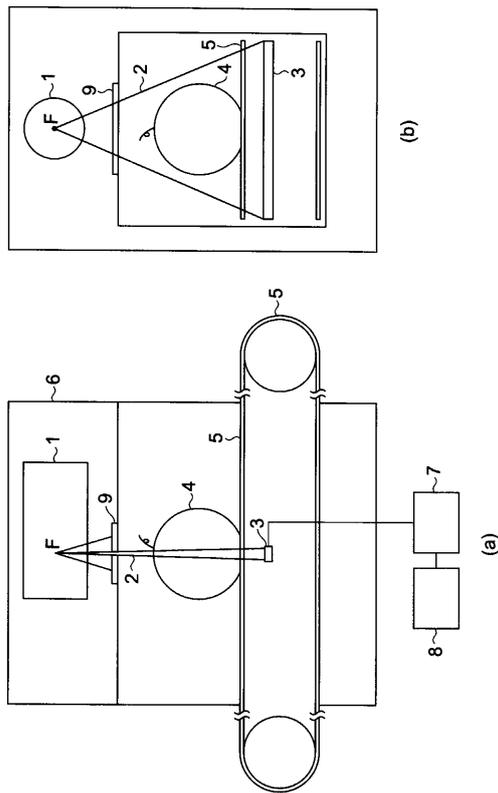
【符号の説明】

- 1 ... X線管
- 2 ... X線ビーム
- 3 ... X線検出器
- 4 ... 青果物(スイカ)
- 5 ... コンベア
- 6 ... 遮蔽箱
- 7 ... データ処理部
- 8 ... 表示部
- 9 ... コリメータ
- 1 1 ... X線管
- 1 2 ... X線ビーム
- 1 3 ... X線検出器
- 1 5 ... 凹部
- 1 6 ... プロフィール
- 2 0 ... 散乱線
- 2 1 ... 散乱線検出器。

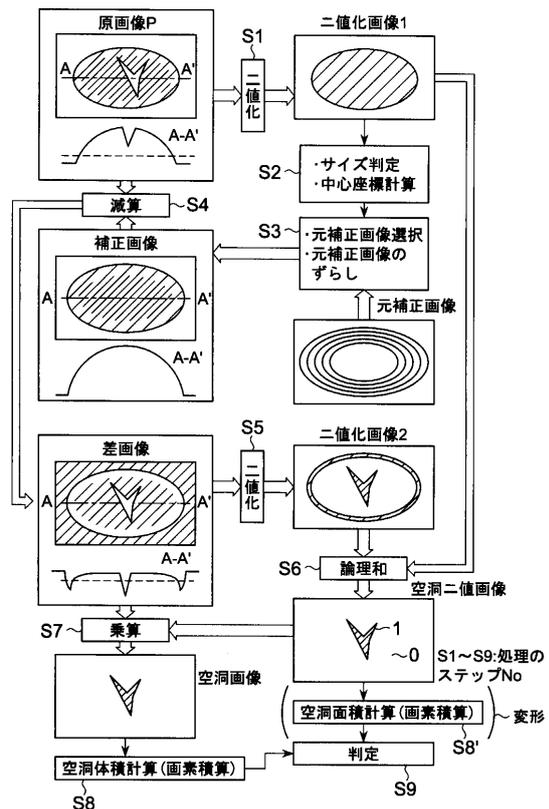
10

20

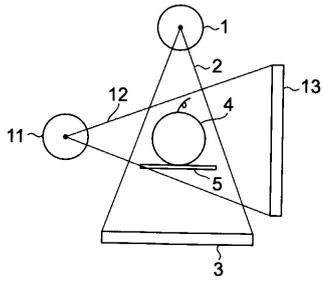
【図1】



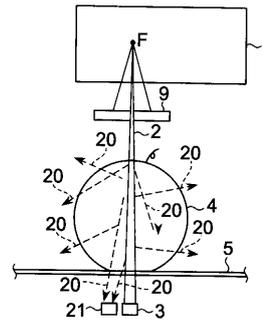
【図2】



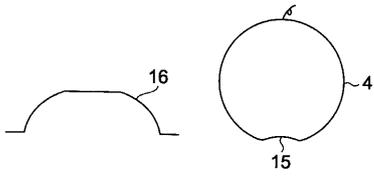
【 図 3 】



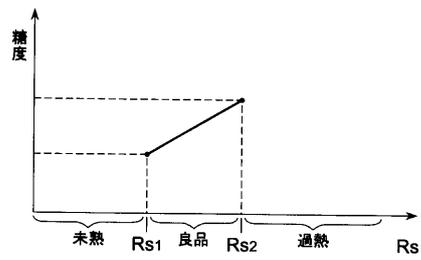
【 図 5 】



【 図 4 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤井 正司
東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東芝アイティー・コントロールシステム株式会社内
- (72)発明者 宇山 喜一郎
東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東芝アイティー・コントロールシステム株式会社内
- (72)発明者 吉田 雅也
東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東芝アイティー・コントロールシステム株式会社内
- (72)発明者 本山 正史
東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東芝アイティー・コントロールシステム株式会社内

審査官 比嘉 翔一

- (56)参考文献 特開平04-369413(JP,A)
国際公開第98/011456(WO,A1)
特開平10-239251(JP,A)
特開平07-183349(JP,A)
特開平07-154694(JP,A)
特開昭62-211549(JP,A)
特開昭62-273087(JP,A)
特開平08-242681(JP,A)
特開平11-174001(JP,A)
特開平11-211677(JP,A)
特開平09-005234(JP,A)
河野澄夫, 農産物の非破壊検査法および計測機器(2), 農業および園芸, 1990年 2月
1日, 第65巻, 第2号, P. 267-270

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N23/00-23/227
G01B15/00-15/08
A61B 6/00- 6/14
JSTPlus(JDreamII)