

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-184019

(P2015-184019A)

(43) 公開日 平成27年10月22日 (2015. 10. 22)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO 1 N	21/88	(2006.01)	GO 1 N	21/88	Z	2 G 0 5 1		
BO 1 D	63/02	(2006.01)	BO 1 D	63/02		4 C 0 7 7		
BO 1 D	65/10	(2006.01)	BO 1 D	65/10		4 D 0 0 6		
A 6 1 M	1/18	(2006.01)	A 6 1 M	1/18	5 0 0			

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-57776 (P2014-57776)  
 (22) 出願日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20)

(71) 出願人 000003159  
 東レ株式会社  
 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号  
 (72) 発明者 内野 亮  
 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内  
 (72) 発明者 倉又 理  
 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内  
 Fターム(参考) 2G051 AA90 AB02 AC01 CA04 EA11  
 EC06 ED01 ED11 ED21  
 4C077 AA05 BB01 HH10 HH20 HH21  
 LL05  
 4D006 GA02 GA13 HA01 JA13A JB05  
 LA06 MA01 PA01 PC47 PC51

(54) 【発明の名称】 中空系モジュールの検査方法および検査装置

(57) 【要約】

【課題】

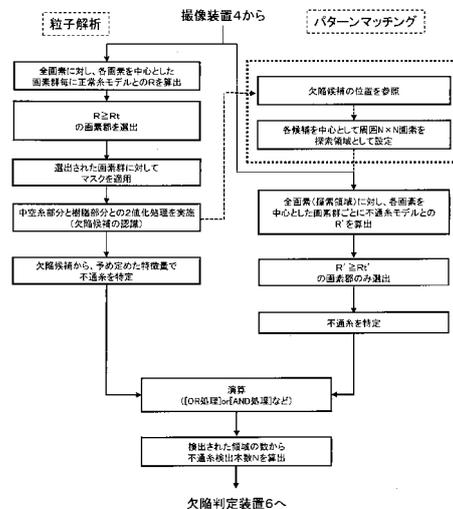
端面にキズが生じた場合においても、中空系モジュールの欠陥（不通系）の有無およびその発生の程度を正確に判断することが可能な中空系モジュールの検査方法および検査装置を提供する。

【解決手段】

中空系モジュールの端面における撮像画像に基づいておこなう中空系モジュールの検査方法において、前記撮像画像に対して、第1の手段である粒子解析法により特定した閉塞された中空系と、第2の手段であるパターンマッチング法により特定した閉塞された中空系とを、統合する（論理和、論理積あるいは排他的論理和を求める）ことで前記閉塞された中空系を見逃しなく特定する。

【選択図】 図4

【図4】



R:正規化範囲による正常系モデルとの相関度  
 Rn:正常系の相関度閾値  
 R':正規化範囲による不通系モデルとの相関度  
 Rn':不通系の相関度閾値

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

中空系モジュールの端面の撮像画像に基づいておこなう中空系モジュールの検査方法において、

前記撮像画像に対して、中空部分が空洞状態である中空系のモデル画像との相関をとって中空部分が空洞になっている中空系を検出し、前記中空部分が空洞になっている中空系をマスク処理した後、マスク処理された前記撮像画像に対して中空系部分と樹脂部分との2値化処理を行い、2値化処理画像から欠陥（中空部分が閉塞している中空系）候補を特定し、前記欠陥候補を予め定められた特徴量と照らし合わせて欠陥を検出する（第1の検査）とともに、

10

前記撮像画像に対して、中空部分が閉塞状態である中空系のモデル画像との相関をとって中空部分が閉塞している中空系を欠陥として検出し（第2の検査）、

前記第1の検査と前記第2の検査の検出結果を統合することで、欠陥を検出する中空系モジュールの検査方法。

**【請求項 2】**

前記撮像画像において、前記第1の検査で作成したマスクを前記第2の検査の実施範囲において設定する、請求項1に記載の中空系モジュールの検査方法。

**【請求項 3】**

前記中空系モジュールが人工腎臓用モジュール又は水処理用モジュールである、請求項1又は2に記載の中空系モジュールの検査方法。

20

**【請求項 4】**

前記閉塞している中空系の本数が、予め定められた閾値を上回る場合に前記中空系モジュールを不良品と判定する、請求項1～3のいずれかに記載の中空系モジュールの検査方法。

**【請求項 5】**

中空系モジュールの端面に光を照射する手段と、前記端面からの反射光を撮像する手段と、

前記撮像手段によって得られた撮像画像と予め定める中空部分が空洞状態である中空系のモデル画像との相関をとって中空部分が空洞になっている中空系を検出する手段と、前記中空部分が空洞になっている中空系をマスク処理をした後、マスク処理された前記撮像画像に対して中空系部分と樹脂部分との2値化処理を行って欠陥（中空部分が閉塞している中空系）候補を特定する手段と、前記欠陥候補を予め定められた特徴量と照らし合わせて欠陥を検出する不通系特定手段Aと、

30

前記撮像手段によって得られた撮像画像と予め定める中空部分が閉塞状態である中空系のモデル画像との相関をとって中空部分が閉塞している中空系を欠陥として検出する不通系特定手段Bと、

前記不通系特定手段Aと前記不通系特定手段Bによる検出結果を統合することで欠陥数を算出する手段と、を備えている中空系モジュールの検査装置。

**【請求項 6】**

前記統合された欠陥数が、あらかじめ定められた閾値を上回る場合に当該中空系モジュールを不良品と判定する手段を備えている請求項5に記載の中空系モジュールの検査装置。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、人工透析器、下排水処理装置、浄水器等に用いることができる中空系モジュールの検査方法および検査装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

50

中空系モジュールは、よく知られているように例えば、両端または片端が開放された容器に端部が開放された中空系（中空の半透膜）の系束を収容し、系束の端部において容器と中空系との隙間を樹脂（以下、「ポッティング材」と記す場合もある）で封止したものである。この封止（以下、「ポッティング」と記す場合もある）は、容器と系束との間、あるいは中空系同士の間空間に樹脂を流し込んで固め、容器と系束を樹脂で固定することでなされるが、その際、中空系の空洞部に樹脂が入り込み、中空系が閉塞されることがある。この閉塞された中空系（以下、「不通系」と記す場合もある）が中空系モジュール内に存在すると、例えば人工透析の場合、中空系内に流入した血液が中空系内に残留することで透析性能が低下し、著しい場合には十分な人工透析が行えなくなってしまう。そのため、不通系が一定数以上存在するような中空系モジュールは不良品として製造ラインから除去される必要がある。

10

**【0003】**

従来、不通系の存在数を判定基準とした中空系モジュールの良否検査は、中空系モジュールの両端または片端の端面に光を照射し、前記端面からの反射光を撮像し、前記撮像によって得られた撮像画像と、予め定めるモデル画像との相関をとって中空部分が空洞になっている中空系（正常系）を検出し、前記正常系をマスクし、前記撮像画像について中空系部分と樹脂部分との2値化処理を行って欠陥候補を検出し、欠陥候補の特徴量から中空部分が閉塞している中空系（以下、「欠陥、不通系等」と記す場合もある）を特定し、不通系の本数が予め定める閾値を上回る場合は当該中空系モジュールを不良品と判定する方法が知られている（たとえば、特許文献1参照）。

20

**【0004】**

なおここで特徴量とは、欠陥候補における画像情報としての面積、輝度値、外接矩形の幅あるいは高さ（以上に限られるものではない）などを指し、これら特徴量に任意の閾値を設定（複数の組合せも可）することで欠陥候補に良/不良のラベリングを施すことができる。

**【0005】**

また、マスクについては発明を実施するための形態で詳細に説明する。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0006】**

30

**【特許文献1】**特開2008-32601号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

しかしながら、上記従来技術においては、カッターの刃こぼれやポッティング材の硬化時の硬度ばらつきなどによって端面の切断時に端面にキズが生じた場合、欠陥候補の各特徴量に対して閾値を設定して不通系を検出しようとしても、キズの入り具合が様々であるために、欠陥候補の特徴量、たとえば、面積、輝度ムラに影響して、正確な検出ができなくなることがある。この場合、不通系部分に発生し得るあらゆるキズの入り方に対して欠陥判定のための閾値を最適化することができず、全ての不通系を検出することが困難であるという問題があった（欠陥見逃しが発生するという問題）。

40

**【0008】**

本発明の目的は、端面にキズが生じた場合においても、中空系モジュールの欠陥（不通系）の有無およびその発生の程度を正確に判断することが可能な中空系モジュールの検査方法および検査装置を提供することにある。

**【課題を解決するための手段】****【0009】**

上記目的を達成するために、本発明は、中空系モジュールの端面の撮像画像に基づいておこなう中空系モジュールの検査方法において、前記撮像画像に対して、中空部分が空洞状態である中空系のモデル画像との相関をとって中空部分が空洞になっている中空系を検

50

出し、前記中空部分が空洞になっている中空系をマスクした後、前記撮像画像に対して中空系部分と樹脂部分（ポッティング材部分）との2値化処理を行い、2値化処理画像から欠陥（中空部分が閉塞している中空系）候補を検出し、前記欠陥候補を予め定められた特徴量と照らし合わせて欠陥を特定する（第1の検査）とともに、前記撮像画像に対して、中空部分が閉塞状態である中空系のモデル画像との相関をとって中空部分が閉塞している中空系を欠陥として特定し（第2の検査）、前記第1の検査と前記第2の検査の検出結果を統合することで、欠陥を検出する中空系モジュールの検査方法を提供する。

【0010】

前記第1の検査（以下、主に粒子解析法を挙げて説明する）による不通系の特定は、次の手順で行われる。（1）撮像画像の全画素に対して各画素を中心とした画素群ごとに、予め定める正常系モデルとの相関度 $R$ を正規化相関によって求める。（2）正常系相関度閾値 $R_t$ に対し、 $R > R_t$ の画素のみを選出する。（3）選出された画素群に対してマスクを適用する。（4）2値化処理を実施して欠陥候補を検出する。（5）欠陥候補の特徴量から、予め定めた閾値で不通系を特定する。

10

【0011】

前記第2の検査（以下、主にパターンマッチング法を挙げて説明する）による不通系の特定は次の手順で行われる。（1）前記撮像画像の全画素に対して各画素を中心とした画素群ごとに、予め定める不通系モデルとの相関度 $R'$ を正規化相関によって求める。（2）不通系相関度閾値 $R_{t'}$ に対し、 $R' > R_{t'}$ の画素のみを選出する。（3）不通系を特定する。

20

【0012】

また、本発明の中空系モジュールの検査方法では、粒子解析法の処理経過で得られるマスクをパターンマッチング法による検査の実施範囲に設定することが好ましい。

【0013】

本発明の中空系モジュールの検査方法は人工腎臓用モジュールあるいは水処理用モジュールなどの検査に適している。

【0014】

また本発明は、上記目的を達成するために、中空系モジュールの端面に光を照射する手段と、前記端面からの反射光を撮像する手段と、前記撮像手段によって得られた撮像画像と、予め定める中空部分が空洞状態である中空系のモデル画像との相関をとって中空部分が空洞になっている中空系を検出する手段と、前記中空部分が空洞になっている中空系をマスクした後、前記撮像画像に対して中空系部分と樹脂部分（ポッティング材部分）との2値化処理を行って欠陥（中空部分が閉塞している中空系）候補を検出する手段と、前記欠陥候補の特徴量を予め定められた閾値で判定して欠陥を特定する不通系特定手段Aと、前記撮像手段によって得られた撮像画像と、予め定める中空部分が閉塞状態である中空系のモデル画像との相関をとって中空部分が閉塞している中空系を欠陥として特定する不通系特定手段Bと、前記不通系特定手段Aと前記不通系特定手段Bによる検査結果を統合することで欠陥数を算出する手段と、を備えている中空系モジュールの検査装置を提供する。

30

【0015】

本発明の中空系モジュールの検査装置は、前記欠陥数（不通系本数）が予め定める閾値を上回る場合は当該中空系モジュールを不良品と判定する手段を備えているとよい。

40

【発明の効果】

【0016】

本発明の中空系モジュールの検査方法、中空系モジュール検査装置によれば、次のような不通系見逃し防止の効果や生産性の向上が得られる。

（1）キズの入り方が多様なために不通系特定手段Aが見逃した不通系を、検出方法の異なる不通系特定手段Bで発見することができるようになる。

（2）不通系特定手段Aが処理の途中に作成する正常系マスクによって、不通系特定手段Bを適用する範囲を定め、精度の高い不通系検査をより高速に行うことができるようにな

50

る。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態における中空系モジュールの検査装置の全体構成を示す図である。

【図2】中空系膜モジュールの撮像画像である。

【図3】図2に示す画像の一部を拡大したものである。

【図4】本発明における処理のフローを示す図である。

【図5】正常系モデルの画像である。

【図6】図3で検出された正常系により作成した正常系マスクの画像である。

10

【図7】図3に示す画像の正常系をマスクした画像である。

【図8】図3に第1の検査を実施した結果である。

【図9】不通系モデルの画像である。

【図10】図3に第2の検査を実施した結果である。

【図11】第1の検査と第2の検査の結果を統合した結果を示す画像である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明の望ましい実施の形態について、以下の通り図面を参照しながら説明する。

【0019】

図1は、本発明の一実施形態における中空系モジュールの検査装置の全体構成を示している。なお中空系モジュールMは1本ずつ検査する構成となっているが、複数を同時に載置・検査する構成とすることも可能である。

20

【0020】

以下、中空系モジュールの検査装置の構成を、その作用とともに説明する。

<モジュール移載装置>

モジュール移載装置1は前工程から移送されてくる中空系モジュールMを後述するモジュール支持装置2上に載置するものである。

【0021】

<モジュール支持装置>

モジュール支持装置2は、前記モジュール移載装置1により載置された中空系モジュールMを支持するものである。なお、中空系モジュールMの端面と、後述する撮像装置4との距離を一定に保つために当て止め治具により端面の位置を調整してもよい。また、測長器によって端面の位置を測定し、撮像装置4を移動させてフォーカスを適正に保つ構成としても良い。なおこの実施形態においては後述する撮像装置4にラインセンサカメラを用いていることから、モジュール支持機構2a上に載置した中空系モジュールMをモジュール走査機構2bにより所定の速度で水平方向に移動させる間に画像を撮像するようにしている。

30

【0022】

<光照射装置>

光照射装置3は光源3aと電源3bとを備えており、本発明においては、特に限定されるものではないが、光源3aは平面型光源であることが好ましい。この実施形態においては、光源3aにはハロゲンランプによる白色光を照射する平面型光源を用いる。ただし、平面型光源でなくとも、実質的に測定対象である中空系モジュールMの端面全体の反射光が撮像され得る程度の大きさに光を平面状に照射し得るものであれば本件発明の実施に適用可能であるため、発光面がLEDや電球などの点状の点光源や棒状蛍光灯などの1次元的広がりを持つ線状の線光源等に拡散手段を設置して平面型光源と同様の効果を得られるようにしたものであれば適用に際して何の問題もない。

40

【0023】

電源3bは、後述する操作指令装置7からの指令によって光源3aのオン・オフおよび光量の調節を行う機能を有するものである。

50

## 【 0 0 2 4 】

## &lt; 撮像装置 &gt;

撮像装置 4 は、モジュール支持装置 2 上の中空系モジュール M の端面を撮像して画像を得るためのもので、この実施形態では 4 0 9 6 画素のラインセンサカメラを用いている。また、この実施形態においては、図 3 に示す中空系モジュール M の端面は、平坦な樹脂部分 1 0 は高輝度に、中空系部分 1 1、1 1' や、空洞を有する正常系 1 3 の中空系内部 1 2 は低輝度に撮像される。なお不通系 1 4 は、中空系内部 1 2' に樹脂が詰まっているため、前記樹脂部分 1 0 と同じように高輝度で撮像される。

## 【 0 0 2 5 】

## &lt; 中空系判定装置 &gt;

中空系判定装置 5 は、粒子解析法による不通系の特定を行う不通系特定手段 A（ここでは装置 A 部）と、パターンマッチング法による不通系の特定を行う不通系特定手段 B（ここでは装置 B 部）とで構成されている。

10

## 【 0 0 2 6 】

装置 A 部ではまず、前記撮像装置 4 によって得られた撮像画像と、予め定める正常系モデル画像（図 5）との相関をとって中空系内部 1 2 が空洞になっている正常系 1 3 を検出し、正常系 1 3 が存在する領域にマスク処理を施すことで正常系 1 3 を欠陥検査対象から除外する。次いで、前記撮像画像のマスク領域以外に 2 値化処理を施し、中空系内部 1 2' が閉塞した不通系の中空系部分 1 1' を明領域（もしくは暗領域）、樹脂部分 1 0 を暗領域（もしくは明領域）として分類、認識し、前者を欠陥候補として検出する。更に検出された欠陥候補の各特徴量を予め定められた閾値で判定して欠陥として特定する。

20

## 【 0 0 2 7 】

装置 B 部では、前記撮像装置 4 によって得られた撮像画像と、予め定める不通系モデルと画像との相関をとって中空系内部 1 2' が閉塞した中空系を不通系 1 4 として検出し、これをそのまま欠陥として特定する。

## 【 0 0 2 8 】

この中空系判定装置 5 の処理の流れは、図 4 に示すようになっている。左側が粒子解析法による処理の流れであり、右側がパターンマッチング法による処理の流れである。

## 【 0 0 2 9 】

粒子解析法による処理の流れについて説明する。

30

## 【 0 0 3 0 】

図 5 に正常系モデルの画像を示す。前記撮像装置 4 によって得られた撮像画像（図 2）と、予め定める正常系モデル画像（図 5）との相関をとる方法は、正常系モデル画像（図 5）の中心画素を基準として、検査対象である撮像画像（図 2）の各画素ひとつひとつに対して順番に正常系モデル画像（図 5）の中心画素を当てはめて、撮像画像（図 2）中のすべての画素で数式 1 により計算される正規化相関による相関度 R を算出し、算出された相関度 R が予め定める正常系相関度閾値  $R_t$  を上回った場合に撮像画像（図 2）の当該画素が正常系に含まれると判定するものである。

## 【 0 0 3 1 】

【数 1】

$$R = \frac{(f - \bar{f}) \cdot (g - \bar{g})}{\|f - \bar{f}\| \times \|g - \bar{g}\|} \quad (\text{数式 1})$$

R: 正規化相関による相関度

f: モデル画像の画素群( $f_1, f_2, \dots, f_n$ )

10

g: 撮像画像内の画素群( $g_1, g_2, \dots, g_n$ ) $\bar{f}$ : fの平均値 $\bar{g}$ : gの平均値

【0032】

ここで正規化相関とは、入力する画像の輝度値の大きさを相関度を正規化したものであり、正常系モデル画像の画素群を f、前記撮像画像の画素群を g としたとき、相関度 R は上記数式 1 にて求められる。数式 1 を用いることで、正常系モデルおよび撮像画像の線形変化（一定のゲインとオフセット）の影響を受けない。

20

【0033】

なお相関をとる方法には、相関法、ベクトル相関法などがあり、光源 3 a から照射される光の光量の変動などによる前記撮像画像の輝度変化を吸収でき、かつ雑音に対する耐性の高い正規化相関法を今回は特に選択したが、システムの状態によってこれらを使い分けることが好ましい。

【0034】

またマスク処理とは、画像の一部を一様な輝度値（多くの場合は画像の輝度階調における最低輝度か最高輝度）で塗りつぶして隠すことであり、更には塗りつぶして隠した領域を検査範囲から除外することを意味するものである。図 3 を元に作成したマスクの例を図 6 に示す。図 3 において、正規化相関によって正常系に含まれると判断された画素を中心に予め定められた範囲 1 5（この実施形態の例では範囲 1 5 として中空系の設計外形値とした円形を採用）を一様な輝度値（最低輝度）で塗りつぶすことで図 6 を得た。なお図 6 においては黒く示された最低輝度部 1 5 のみがマスクとしての機能を持ち、図 3 に対してマスク処理を施す（図 6 の情報を図 3 に適用する）ことで図 7 のような画像を得る。すなわちマスク処理を施すことで図 3 における正常系 1 3 部分が検査範囲から除外されることになる。

30

【0035】

図 7 に対して 2 値化処理を実施することで、不通系 1 4 の中空系部分 1 1' を明領域（もしくは暗領域に）、樹脂部分 1 0 を暗領域（もしくは明領域）として分類、認識し、更には中空系内部 1 2' を含めた前者を欠陥候補として検出する。更に欠陥候補と認識された部分の各特徴量（面積、粒子径、平均輝度、輝度ばらつきなど）について、予め定めた閾値により判定を行い、不通系として特定する。

40

【0036】

しかし、上記特徴量を正しく検出できない場合があり、この場合、上記判定が正確にできない。たとえば端面に存在するキズと欠陥候補とが重なっている場合に、キズにより欠陥候補に輝度ムラなどが生じることで、平均輝度や輝度ばらつきなどの特徴量に、キズと重なっていない欠陥候補との間に違いが生じ、キズと重なっている欠陥候補を不通系として正しく認識できないことがある。

またあるいは、一様な閾値による 2 値化処理を実施しても、不通系 1 4 の中空系部分 1 1

50

’と、中空部分12’を正しく分類できないことがある。すなわち、本来であれば1つの不通系に対して1つの欠陥候補として認識される中空部分12’を、2つ以上に分割された状態で欠陥候補として認識してしまうことで、面積や粒子形などの特徴量に、キズと重なっていない欠陥候補との間に違いが生じ、不通系として正しく認識できないことがある。

その結果、図8に示すCのように不通系14を見逃してしまう場合がある。

【0037】

次に、パターンマッチング法による処理の流れを説明する。

【0038】

前記撮像装置4によって得られた撮像画像(図2)と、予め定める不通系モデル画像(図9)との相関をとる方法は、不通系モデル画像(図9)の中心画素を基準として、検査対象である撮像画像(図2)の各画素ひとつひとつに対して順番に不通系モデル画像(図9)の中心画素を当てはめて、撮像画像(図2)中のすべての画素で正規化相関による相関度 $R'$ を算出し、算出された相関度 $R'$ が予め定める正常系相関度閾値 $R_{t'}$ を上回った場合に撮像画像の当該画素が不通系に含まれると判定するものである。パターンマッチング法では、この段階で不通系を特定したと判断する。

10

【0039】

前記キズにより粒子解析法で正しく認識できない不通系についても、パターンマッチング法では相関度閾値 $R_{t'}$ を適切な値に定めることで図10に示すように正しく不通系として検出できる。

20

【0040】

粒子解析法による処理とパターンマッチング法による処理は、撮像画像に対してそれぞれ個別に独立して行われる。よって粒子解析法およびパターンマッチング法により、それぞれで検出した不通系について、論理和、論理積、排他的論理和等の論理演算を行って統合することがより好ましい。

【0041】

図11には粒子解析法により検出された不通系と、パターンマッチング法により検出された不通系の論理和をとった結果の画像を示している。

【0042】

また、粒子解析法とパターンマッチング法は別々にそれぞれ撮像画像の全体を対象領域として適用することができるが、パターンマッチング法を粒子解析法の補助的手段として考える場合には後述するような方法で適用領域を制限し、検査全体に要する時間を短縮することができる。

30

【0043】

例えば、前述の粒子解析法を実施する過程で設定されたマスクをパターンマッチング法の実施範囲において設定する、すなわち、上記マスクが設定されていない領域だけを適用領域とすることが考えられる。あるいは、粒子解析法で欠陥候補と認識された領域に含まれる各画素を中心として周囲 $N \times N$ 画素を適用領域としても良い。

【0044】

上記のような処理によってパターンマッチング法の適用領域を減らせば、検査に費やす時間が短縮されるという利点がある。

40

【0045】

粒子解析法およびパターンマッチング法により、それぞれで検出した不通系に対して、論理和、論理積、排他的論理和等の論理演算した結果から、統合された不通系の本数 $N$ が算出される。

<モジュール判定装置>

モジュール判定装置6は、前記中空系判定装置5により得られた不通系本数 $N$ と、予め定める不通系本数閾値 $N_t$ とを比較し、不通系本数 $N$ が前記閾値 $N_t$ を上回れば前記中空系モジュール $M$ を欠陥品と判定する。

<操作指令装置>

50

操作指令装置 7 は、測定する中空系モジュール M の外径、中空系の外径および内径、モジュールの組み立て方法等の違いに対応し、中空系判定装置 5 およびモジュール判定装置 6 に予め設定しておいた各種の検査条件（中空系モジュール M に適した正常系モデル画像や正常系の相関度閾値  $R_t$ 、マスクサイズ  $D_m$ 、不通系モデル画像や不通系の相関度閾値  $R_{t'}$  など）を送るものである。また光照射装置の電源 3 b に指令を送り、光源 3 a のオン・オフや光量の調節を行う。また中空系モジュール M の移動速度が撮像装置 4 による撮像に適した速度となるようにモジュール支持装置 2 に指令を送る。

< 表示装置 >

表示装置 8 は検査結果の表示を行う。

< モジュール排出装置 >

モジュール排出装置 9 は、前記モジュール判定装置 6 での判定に従い、良品の中空系モジュールを次工程へ、不良品の中空系モジュールを不良品排出ラインへ払い出す。

【 0 0 4 6 】

本発明における中空系モジュールの製造方法は、上記検査装置および方法を用いて端面の検査を行う工程を有するものであり、上記検査による不良品の自動排除により、生産効率に優れたものである。また本発明における中空系モジュールは、かかる製造方法によって製造されているため特に品質が優れていることを特徴とするものである。

【 実施例 】

【 0 0 4 7 】

本発明を実施例によって以下の通り具体的に説明する。ただし、本発明はこれに限定されるものではない。

【 0 0 4 8 】

図 2 は、光源（ここではモリテックス社製光ファイバライトガイド M P P 9 0 - 1 5 0 0 S - 2 ）と電源（ここではモリテックス社製ハロゲンランプ光源 M H A B - 1 5 0 W - D - 1 0 0 V ）から構成される光照射装置 3 により、中空系モジュール M の端面に対して照射された光の端面での反射光（散乱光含む）を撮像装置 4（ここでは N E D 社製ラインセンサカメラ N S U F 4 0 1 0 ）によって 8 ビットモノクロ画像として撮影した中空系モジュール M の端面の画像で、中空系の本数はおよそ 1 0 0 0 0 本である。

（実施例 1）

この画像について、特許文献 1 による方法（第 1 の検査）で不通系の特定を行った結果（白丸で示す）を図 8 に示す。このように第 1 の検査方法では端面に傷のある中空系モジュールについて、不通系と傷が重なる部分で不通系を欠陥として認識できなかった。

【 0 0 4 9 】

次に図 2 に示す画像の一部を拡大した図 3 に示す画像について、図 9 に示す不通系のモデル画像との相関を取る方法（第 2 の検査）で、不通系の特定を行った結果を図 1 0 に示す。第 1 の検査では欠陥として特定できなかった、傷と重なる不通系を欠陥として認識できた（一方で、第 1 の検査で欠陥として特定した不通系を、第 2 の検査では欠陥として認識できていない場合もあった）。

【 0 0 5 0 】

このように検出特性の異なる 2 種類以上の検査を同一の対象に施すことで、一方では検出できないものを他方で検出することができることがわかった。

【 0 0 5 1 】

最後に、これら第 1 の検査と第 2 の検査の結果に対して論理和を取ることで、図 2 に示す中空系モジュールに含まれる不通系本数  $N$ （本例では合計で 7 9 本）を求め、中空系モジュールの中空系本数閾値  $N_t$ （この例では 5 0 本）とを比較した結果、前記中空系検出本数  $N$  がかかる閾値  $N_t$  を上回ったため、当該中空系モジュールは不良品として製造工程から除外された。

（実施例 2）

前記撮像画像において、正常系が存在する場所には不通系は存在し得ないことを利用し、前記正常系マスクを利用して第 2 の検査方法の適用領域を規定したところ、実施例 1 で

10

20

30

40

50

は 5 2 0 秒かかっていた検査処理が、1 0 5 秒に短縮した。もちろん、実施例 1 と比べて不通系特定本数およびモジュールの良否判定に違いはない。

【産業上の利用可能性】

【0 0 5 2】

本件発明は、人工腎臓（人工透析器）や、水処理用（下排水処理装置、浄水器等）等に用いることができる中空系モジュールの検査に利用することができる。

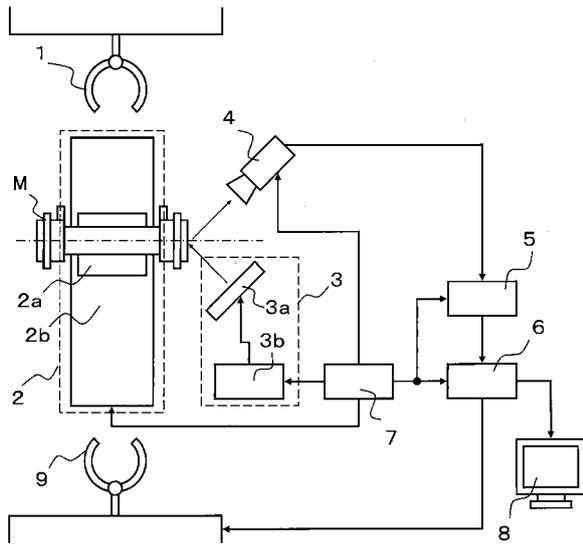
【符号の説明】

【0 0 5 3】

C	不通系	
M	中空系モジュール	10
1	モジュール移載装置	
2	モジュール支持装置	
2 a	モジュール支持機構	
2 b	モジュール走査機構	
3	光照射装置	
3 a	光源	
3 b	電源	
4	撮像装置	
5	中空系判定装置	
6	モジュール判定装置	20
7	操作指令装置	
8	表示装置	
9	モジュール排出装置	
1 0	樹脂部分	
1 1	中空系部分（正常系）	
1 1 '	中空系部分（不通系）	
1 2	中空系内部（正常系）	
1 2 '	正常系内部（不通系）	
1 3	正常系	
1 4	不通系	30
1 5	最低輝度部	

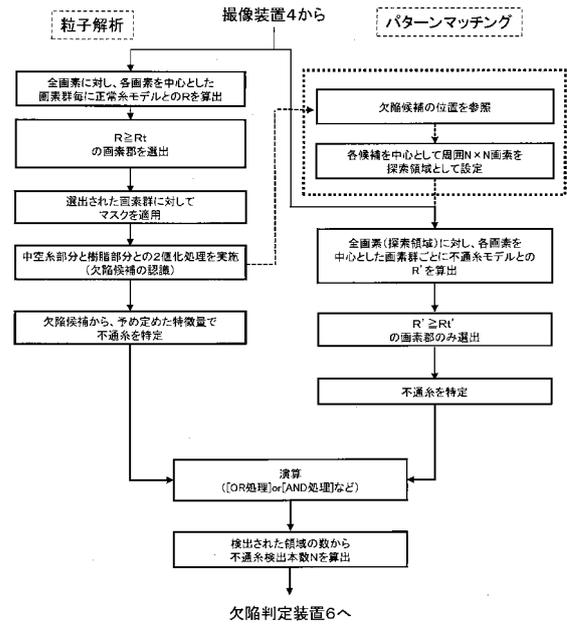
【図1】

【図1】



【図4】

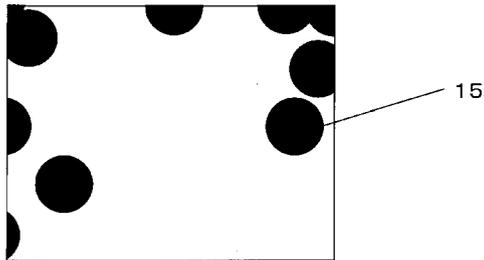
【図4】



R: 正規化相関による正常系モデルとの相関度  
 Rt: 正常系の相関度閾値  
 R': 正規化相関による不通過系モデルとの相関度  
 Rt': 不通過系の相関度閾値

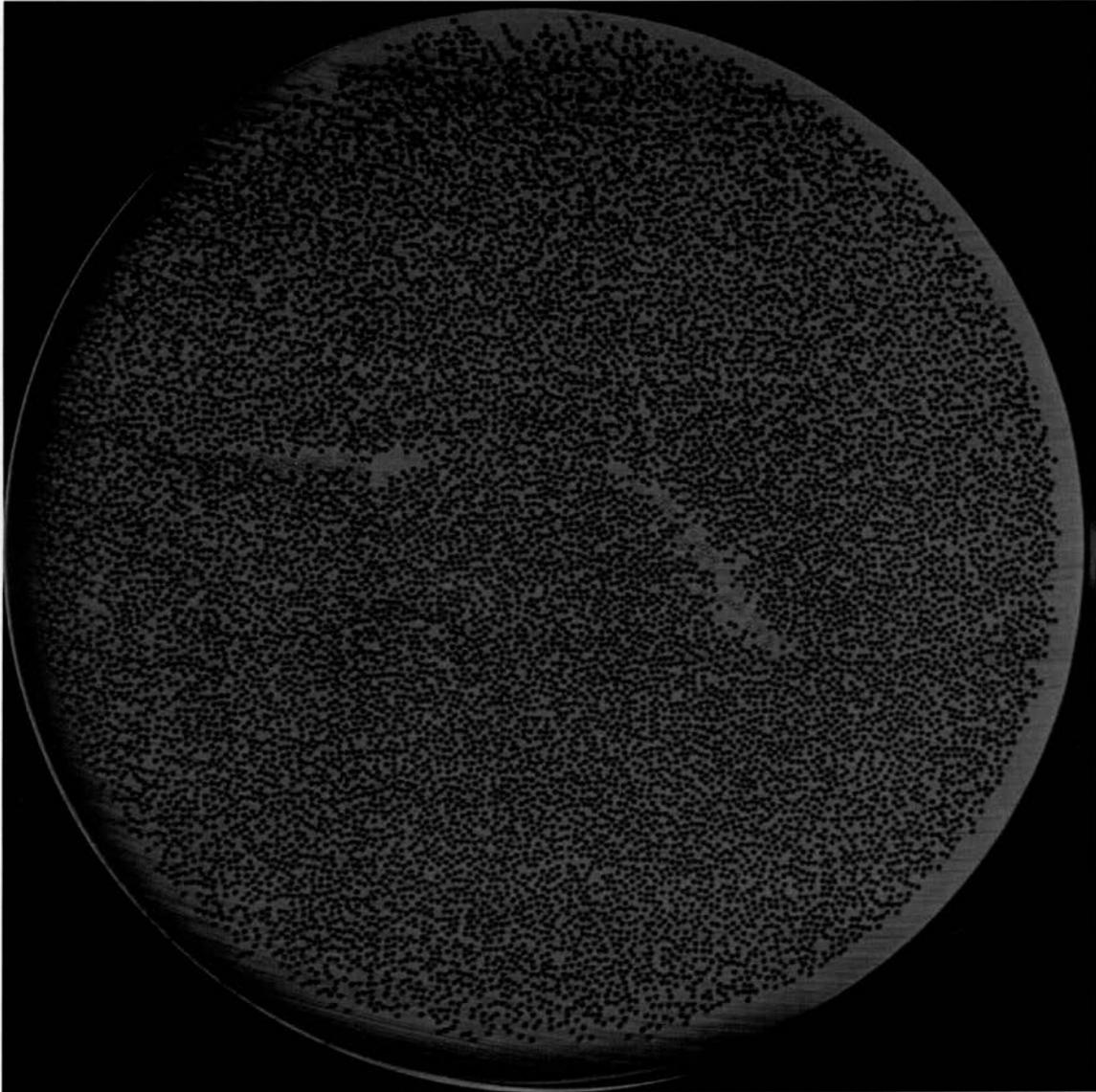
【図6】

【図6】



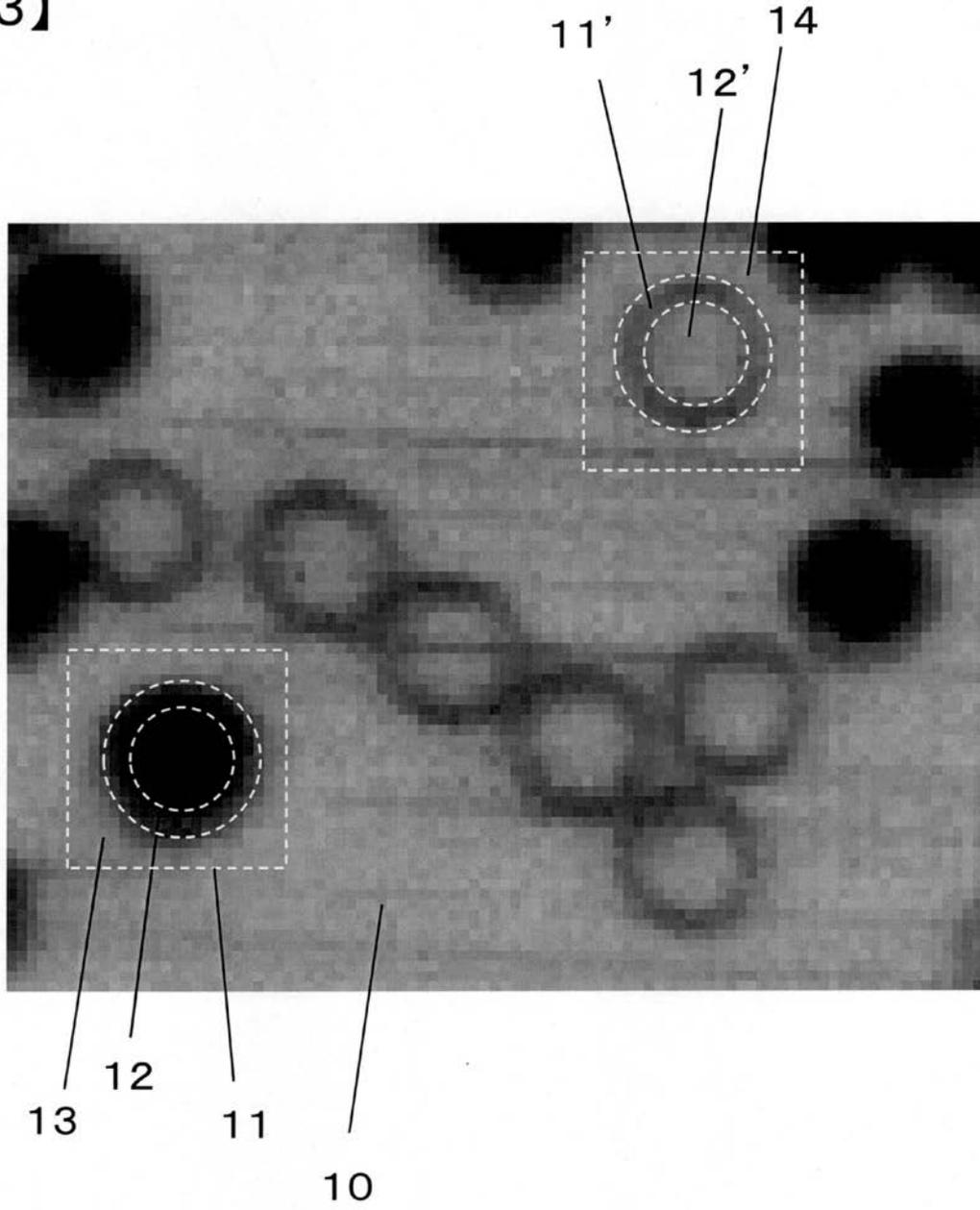
【図2】

【図2】



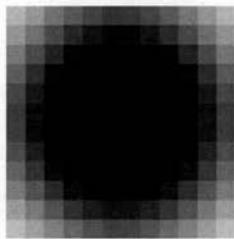
【図3】

【図3】



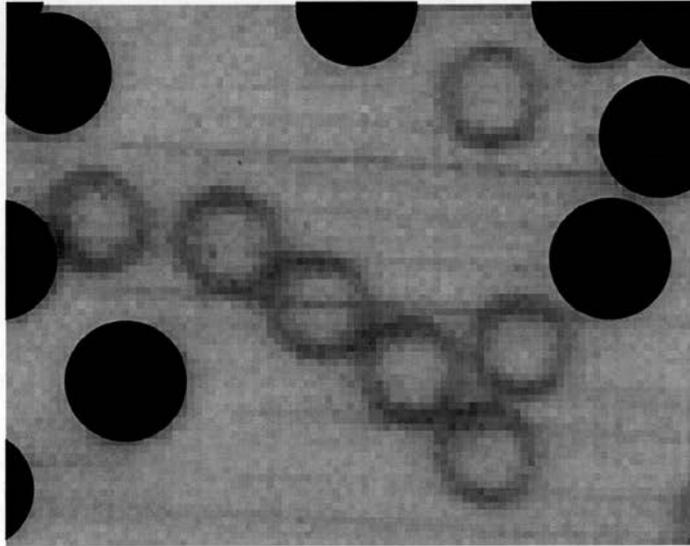
【図5】

【図5】



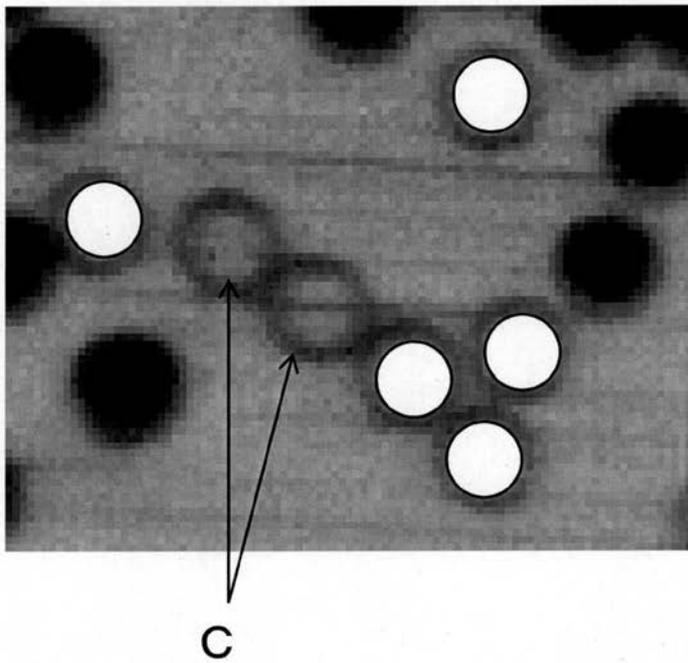
【図7】

【図7】



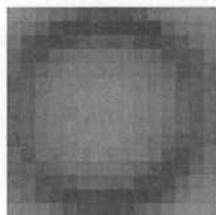
【図8】

【図8】



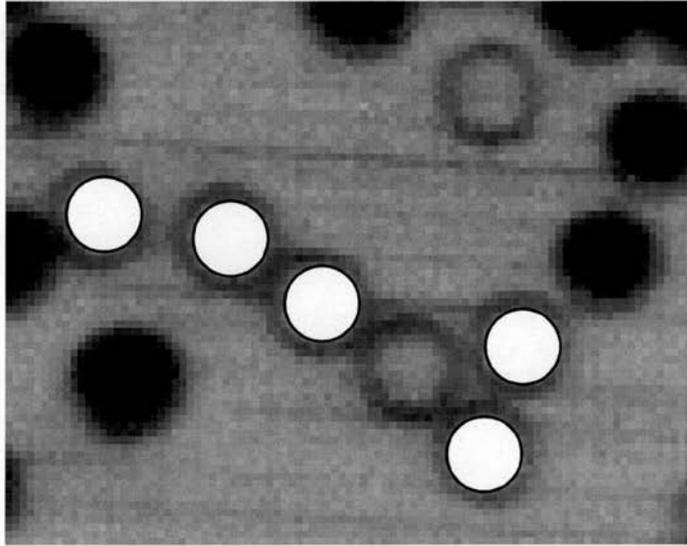
【図9】

【図9】



【図10】

【図10】



【図11】

【図11】

