(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2007-17304
(P2007-17304A)
(43)公開日　平成19年1月25日(2007.1.25)

| (51)Int.Cl. | F I | テーマコード（参考） |
|---|---|---|
| G01N 23/04 (2006.01) | G01N 23/04 | 2G001 |

審査請求 未請求　請求項の数 4　OL　（全 9 頁）

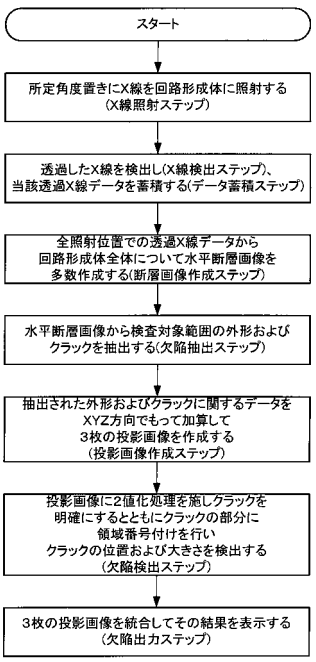
(21)出願番号　特願2005-199488 (P2005-199488)
(22)出願日　平成17年7月8日 (2005.7.8)

(71)出願人　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100113859
弁理士　板垣　孝夫
(74)代理人　100068087
弁理士　森本　義弘
(74)代理人　100096437
弁理士　笹原　敏司
(74)代理人　100100000
弁理士　原田　洋平
(72)発明者　吉野　信治
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】Ｘ線検査装置およびＸ線検査方法

(57)【要約】
【課題】クラックなどの細長い欠陥が断層面と直交している場合でも、その欠陥を容易に抽出でき、しかも短時間で検査を行い得るＸ線検査方法を提供する。
【解決手段】Ｘ線を被検査物である回路形成体に対して照射しその内部を検査するＸ線検査方法であって、Ｘ線の照射方向と直交する軸心回りで所定角度置きに回転移動させられる回路形成体にＸ線を照射しその透過したＸ線を検出するＸ線照射ステップおよびＸ線検出ステップと、このＸ線検出ステップにて検出された透過Ｘ線データに基づき複数の断層画像を作成する断層画像作成ステップと、この断層画像作成ステップにて作成された複数の断層画像から互いに直交する３方向での投影画像を作成する投影画像作成ステップと、この投影画像作成ステップにて作成された投影画像に基づき回路形成体のクラックなどの欠陥を検出する欠陥検出ステップとが具備されたもの。
【選択図】　図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
Ｘ線を被検査物に照射してその内部を検査するＸ線検査装置であって、
被検査物を保持してＸ線の照射方向と直交する軸心回りで所定角度置きに回転移動またはＸ線の照射方向と平行な軸心回りに所定角度置きに首振り移動させる保持手段と、
この保持手段に保持され且つ所定角度置きに移動された被検査物にＸ線を照射するＸ線照射手段と、
上記被検査物を透過したＸ線を検出するＸ線検出手段と、
Ｘ線検出手段にて検出された透過Ｘ線データを蓄積するデータ蓄積手段と、
このデータ蓄積手段に蓄積された透過Ｘ線データに基づき複数の断層画像を作成する断層画像作成手段と、
この断層画像作成手段にて作成された複数の断層画像から複数方向における投影画像を作成する投影画像作成手段と、
この投影画像作成手段にて作成された複数の投影画像に基づき被検査物の欠陥を検出する欠陥検出手段と
を具備したことを特徴とするＸ線検査装置。
【請求項２】
投影画像作成手段により作成される投影画像については、互いに直交する２方向以上にて作成するようにしたことを特徴とする請求項１に記載のＸ線検査装置。
【請求項３】
投影画像作成手段においては、断層画像に対して閾値を設定して欠陥に対応する部分を抽出するとともに、この閾値にて抽出された欠陥対応部分を加算して投影することにより投影画像を作成するようにしたことを特徴とする請求項１または２に記載のＸ線検査装置。
【請求項４】
Ｘ線を被検査物に対して照射しその内部を検査するＸ線検査方法であって、
Ｘ線の照射方向と直交する軸心回りで所定角度置きに回転移動またはＸ線の照射方向と平行な軸心回りに所定角度置きに首振り移動させられる被検査物にＸ線を照射しその透過したＸ線を検出するＸ線検出ステップと、
このＸ線検出ステップにて検出された透過Ｘ線データに基づき複数の断層画像を作成する断層画像作成ステップと、
この断層画像作成ステップにて作成された複数の断層画像から複数方向における投影画像を作成する投影画像作成ステップと、
この投影画像作成ステップにて作成された投影画像に基づき被検査物の欠陥を検出する欠陥検出ステップと
を具備したことを特徴とするＸ線検査方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、例えば回路形成体、具体的には、プリント基板上に実装された部品や、樹脂若しくは金属でパッケージングされた部品内部の接合状態、またはプリント基板内部に実装された部品の接合状態を検査するためのＸ線検査装置およびＸ線検査方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、プリント基板などの回路形成体における欠陥を検出する方法としては、回路形成体の１方向でのＸ線透過画像を２次元的画像処理したものから検出する方法、または、２方向および３方向でのＸ線透過画像を、それぞれ独立して２次元的画像処理したものから検出する方法がある。
【０００３】
しかし、このような検出方法では、回路形成体内部を２次元的にしか見ることができな

いため、欠陥の位置を正確に特定できないばかりか、回路形成体の３次元的な形状によっては検査に死角が生じたり、また検査をしにくい領域が存在したりして、欠陥の精度良い検出を期待することができなかった。

【０００４】

これに対処するものとして、Ｘ線トモシンセシス（以下、Ｘ線ＣＴという）を用いて、複数の連続した断層像を作成するとともに、各断層面に対して所定の閾値の範囲内にあると思われる欠陥領域を２値化して検出し、そして領域番号付けを行うことにより、欠陥の位置、外接直方体の大きさなどを計測する方法が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

【０００５】

上記特許文献１に記載された方法を用いた欠陥異物検査装置においては、Ｘ線ＣＴで作成された連続する断層像データに対して、各断層毎に所定の閾値に基づく２値化処理を施し、そして領域番号付けを行うことにより、欠陥の位置、外接直方体の大きさなどが計測されていた。

【特許文献１】特開平１－２９７７７２号公報（第５頁、図３）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら、上記従来の欠陥異物検出装置では、クラックなどの細長い欠陥が断層面と直交している場合には、欠陥のサイズが小さく表示されて欠陥を抽出することが困難になるという課題、および断層面が増えると断層毎に処理を行うため、検査時間が長くかかってしまうという課題を有していた。

【０００７】

そこで、本発明は、例えばクラックなどの細長い欠陥が断層面と直交している場合でも、その欠陥を容易に抽出でき、しかも短時間で検査を行い得るＸ線検査装置およびＸ線検査方法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】

【０００８】

そこで、上記課題を解決するため、本発明のＸ線検査装置は、Ｘ線を被検査物に照射してその内部を検査するＸ線検査装置であって、

被検査物を保持してＸ線の照射方向と直交する軸心回りで所定角度置きに回転移動またはＸ線の照射方向と平行な軸心回りに所定角度置きに首振り移動させる保持手段と、

この保持手段に保持され且つ所定角度置きに移動された被検査物にＸ線を照射するＸ線照射手段と、

上記被検査物を透過したＸ線を検出するＸ線検出手段と、

Ｘ線検出手段にて検出された透過Ｘ線データを蓄積するデータ蓄積手段と、

このデータ蓄積手段に蓄積された透過Ｘ線データに基づき複数の断層画像を作成する断層画像作成手段と、

この断層画像作成手段にて作成された複数の断層画像から複数方向における投影画像を作成する投影画像作成手段と、

この投影画像作成手段にて作成された複数の投影画像に基づき被検査物の欠陥を検出する欠陥検出手段とを具備したものである。

【０００９】

また、上記Ｘ線検査装置における投影画像作成手段により作成される投影画像については、互いに直交する２方向以上において作成するようにしたものである。

また、上記各Ｘ線検査装置における投影画像作成手段においては、断層画像に対して閾値を設定して欠陥に対応する部分を抽出するとともに、この閾値にて抽出された欠陥対応部分を加算して投影することにより投影画像を作成するようにしたものである。

【００１０】

さらに、本発明のＸ線検査方法は、Ｘ線を被検査物に対して照射しその内部を検査する

Ｘ線検査方法であって、
Ｘ線の照射方向と直交する軸心回りで所定角度置きに回転移動またはＸ線の照射方向と平行な軸心回りに所定角度置きに首振り移動させられる被検査物にＸ線を照射しその透過したＸ線を検出するＸ線検出ステップと、
このＸ線検出ステップにて検出された透過Ｘ線データに基づき複数の断層画像を作成する断層画像作成ステップと、
この断層画像作成ステップにて作成された複数の断層画像から複数方向における投影画像を作成する投影画像作成ステップと、
この投影画像作成ステップにて作成された投影画像に基づき被検査物の欠陥を検出する欠陥検出ステップとを具備した方法である。
【発明の効果】
【００１１】
上記Ｘ線検査装置およびＸ線検査方法によると、被検査物を所定角度置きに回転移動または首振り移動させるとともに、各移動位置で得られた透過Ｘ線データを用いて複数の断層画像を作成し、そしてこれら断層画像から複数方向の例えば互いに直交する３方向での投影画像を作成し、これら投影画像に基づき欠陥を検出するようにしたので、クラックのような細長い欠陥であっても、しかもその向きがいずれの方向であっても、複数の投影画像に基づき容易に且つ確実に検出することができる。従来の方法によると、Ｘ線の照射方向と直交する断層画面での大きさが小さい場合には、その欠陥を容易に検出することができないとともに、断層画像ごとに欠陥を検出する場合に比べて、短時間で検出することができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１２】
［実施の形態］
以下、本発明の実施の形態に係るＸ線検査装置およびＸ線検査方法を、図１～図４に基づき説明する。
【００１３】
なお、本実施の形態においては、被検査物が回路形成体である場合について説明する。詳しくは、プリント基板若しくは電子部品、または両者を複合したもの若しくは接合されたものであり、さらにプリント基板については、紙フェノールの片面基板、多数層のガラスエポキシ基板、フィルム基板、電子部品内蔵基板、樹脂の表面に回路パターンを形成したものに適用される。
【００１４】
まず、Ｘ線検査装置について説明する。
このＸ線検査装置は、図１に示すように、被検査物である回路形成体Ｋを保持するとともにＸ線照射方向と平行な軸心回りで３６０度回転自在に保持する保持手段１と、この保持手段１で保持された回路形成体にＸ線を照射するＸ線照射手段２と、このＸ線照射手段２に対応する位置に配置されるとともに上記保持手段１で保持された回路形成体を透過したＸ線を検出するＸ線検出手段３と、予め設定された検査用データに基づき上記保持手段１を所定角度置きに回転（回転移動）させる回転制御手段４と、Ｘ線照射手段２にＸ線の発生を指示させるＸ線制御手段５と、上記Ｘ線検出手段３で検出された透過Ｘ線データを蓄積するデータ蓄積手段６と、このデータ蓄積手段６に蓄積された透過Ｘ線データから複数の断層画像を作成する断層画像作成手段７と、この断層画像作成手段７にて作成された複数の断層画像を入力するとともにこれら断層画像に対して検査の対象となる範囲を指定し抽出する検査対象抽出手段８と、この検査対象抽出手段８にて抽出された範囲（部分）に対して複数の方向例えば直交する３方向（所謂、ＸＹＺ方向）における投影画像を作成する投影画像作成手段９と、この投影画像作成手段９で作成された複数（３枚）の投影画像に基づき回路形成体の欠陥を検出する欠陥検出手段１０と、上記各手段３～１０に、予め、設定された検査用データ（例えば、Ｘ線強度、保持手段での所定角度置きに相当する角度データなど）に基づき、それぞれの指示信号を出力するための制御指示手段１１と、

上記欠陥検出手段１０にて検出された欠陥データを入力し所定の表示形式にて表示させるモニターなどの出力手段１２とが具備されている。なお、少なくもと、断層画像作成手段７、検査対象抽出手段８、投影画像作成手段９、欠陥検出手段１０、制御指示手段１１については、コンピュータ装置に組み込まれたプログラムにより実現されており、またそれぞれの機能が特化された機器を用いて実現することもできる。

【００１５】

上記保持手段１は、回路形成体Ｋを保持した状態で、所定角度置きに、例えば１度または２度ごと（勿論、このような角度に限定されるものではない）に回転させるものである。

【００１６】

また、上記Ｘ線照射手段２は、所定材料からなるターゲットに加速された熱電子を衝突させることによりＸ線を発生させて照射するもので、例えば内部が常にほぼ真空状態に密封されている密封管方式でも、または熱電子を発生させるフィラメントが交換可能で使用する際に内部を毎回真空にすることが必要となる開放管方式のいずれを用いてもよい。但し、拡大率を大きくとり分解能を上げるためには、Ｘ線源の焦点サイズはできる限り小さい方が望ましく、この装置では、焦点径が１μｍの開放管方式のものが用いられている。

【００１７】

さらに、Ｘ線検出手段３は、Ｘ線の線量を電気信号に変換する機能を有するもので、Ｘ線を可視光に変えるシンチレータにより変換された光をＣＣＤ、ＣＭＯＳ等の光電子変換素子に直接入射させて電気信号に変換するＸ線フラットパネルが用いられている。なお、Ｘ線イメージインテンシファイヤのように、Ｘ線を荷電粒子に変換するシンチレータでＸ線を変換した後、磁界を制御して荷電粒子を集中させ、そしてその荷電粒子をシンチレータに当てて可視光に変換し、その光をＣＣＤ、ＣＭＯＳ等の光電子変換素子を用いて電気信号に変換するものを用いてもよい。

【００１８】

次に、回路形成体のＸ線検査方法を、図２のフローチャートに基づき説明する。

まず、被検査物である回路形成体Ｋを保持手段１に所定の姿勢でもって保持させた後、制御指示手段１１からの指示により、回転制御手段４およびＸ線制御手段５を介して保持手段１およびＸ線照射手段２が作動され、同時にＸ線検出手段３も作動される。

【００１９】

すなわち、回路形成体Ｋを保持している保持手段１が、その回転制御手段４により、例えば１度置きに３６０度回転させられるとともに、それぞれの回転停止位置（移動位置）でＸ線が照射される。勿論、制御指示手段１１からＸ線制御手段５に所定の電圧と電流とが指示されて、Ｘ線照射手段２から所定強さのＸ線が出力される（Ｘ線照射ステップ）。また、回転制御手段４には、保持手段１の回転軸部に対する回転指示が出力されて１度置きに停止される。この停止のタイミングに合わせて、Ｘ線照射手段２には照射信号が、またＸ線検出手段３にはＸ線の検出信号が出力される。

【００２０】

保持手段１により回路形成体Ｋが３６０度（１回転）されて、当該回路形成体Ｋに対するＸ線の照射が終了すると、Ｘ線検出手段３にて検出された３６０個の透過Ｘ線データがデータ蓄積手段６に蓄積される（Ｘ線検出ステップおよびデータ蓄積ステップ）。

【００２１】

次に、このデータ蓄積手段６に蓄積された全照射位置（全移動位置）での透過Ｘ線データが断層画像作成手段７に入力され、全照射位置における透過Ｘ線データから、回路形成体全体について所定方向での断層画像、例えば水平断層画像が多数作成される（データ処理により再構成される）（断層画像作成ステップ）。言い換えれば、回路形成体全体を、上下に亘って且つ所定間隔置きに、水平方向に輪切りした画像が多数作成される。

【００２２】

例えば、図３（ａ）に示すように、プリント基板２１に半田などの球状バンプ（ＢＧＡ）２２を介して部品パッケージ２３を実装した接合部分すなわち球状バンプ２２を検査す

る場合には、（ｂ）に示すように、上下に亘って水平断層画像（スライス画像ともいう）Ａが多数作成される。なお、図３（ａ）および（ｂ）においては、接合部分２２に斜め方向に針状のクラック（欠陥の一例）２４が存在する場合を示している。

【００２３】

次に、断層画像作成手段７にて作成された水平断層画像Ａが検査対象抽出手段８に入力され、ここで、検査対象範囲が指定されるとともに、この検査対象範囲の外形および検査対象範囲内でのクラック２４が抽出される（欠陥抽出ステップ）。

【００２４】

例えば、接合部分２２を指定する場合には、その断面での範囲を決定し得る対向する両端位置を指定する。具体的には、図３（ａ）に示すように、上側一端位置の座標ａと下側他端位置の座標ｂとを指定する。

【００２５】

そして、この指定された接合部分２２における各水平断層画像Ａにおける接合部分２２の外形が、予め分かっている球状バンプの外形である円とのパターンマッチングにより、その中心位置、半径などが求められて抽出され（なお、パターンマッチングの代わりに、２値化処理、エッジ検出処理などを用いてもよい）、またこの抽出された接合部分２２の外形の内側における画像データ（例えば、明度のデータ）が所定の閾値と比較されて、例えば小さいものだけが抽出される（勿論、画像データの種類によっては、大きいものが抽出されることもある）。これにより、接合部分２２の外形およびクラック２４が抽出されたことになる。

【００２６】

次に、検査対象抽出手段８で抽出された外形およびクラック２４に関するデータが投影画像作成手段９に入力され、ここで、ＸＹＺの３方向でもって加算されて、図４（ａ）～（ｃ）に示すような３枚の投影画像が作成される（投影画像作成ステップ）。

【００２７】

次に、この投影画像作成手段９にて作成された３枚の投影画像が欠陥検出手段１０に入力され、そしてさらに所定の閾値に基づく２値化処理を施し、クラック２４を明確にするとともに、このクラック２４の部分に領域番号付けを行うことにより、クラック２４の位置および大きさが検出され（欠陥検出ステップ）、最終的に、３枚の投影画像間で欠陥位置の統合が行われ、その結果が出力手段１２の画面に表示される（欠陥出力ステップ）。

【００２８】

このように、被検査物である回路形成体Ｋを所定角度置きに１回転でもって移動させるとともに、各回転停止位置で照射され透過した透過Ｘ線データを用いて複数の断層画像を作成し、そして各断層画像に対してパターンマッチング、閾値処理などのデータ処理を施すことによりその外形および欠陥を抽出し、これら抽出された欠陥を示す画像データを用いて、互いに直交する３方向での投影画像を作成し、これら投影画像に基づき欠陥を検出するようにしたので、クラックのような細長い欠陥であっても、しかもその向きがいずれの方向であっても、複数の投影画像に基づき容易に且つ確実に検出することができる。従来の方法によると、Ｘ線の照射方向と直交する断層画面での大きさが小さい場合には、その欠陥を容易に検出することができないとともに、断層画像ごとに欠陥を検出する場合に比べて、短時間で検出することができる。

【００２９】

ところで、上記実施の形態においては、投影画像を作成する際に、パターンマッチングにより外形を抽出し、そしてその外形の内側の画像データに対して、閾値に基づく２値化処理を行った後に、投影加算を行い、投影データを作成するように説明したが、投影画像を作成する際に、閾値に基づく２値化処理後のデータではなく、同じ投影対象となるデータ群の分散や標準偏差を、投影データとして用いてもよい。このようにすると、対象データ全体が変化する場合であっても、変化に左右されない投影データを得ることができる。

【００３０】

また、投影画像を作成する前に、外形の内側の画像データに対して、欠陥を強調するた

めに、ラプラシアンフィルタなどを実施してから、その後の処理を行うようにしてもよい。

【００３１】

また、上記実施の形態においては、複数の断層画像を作成するのに、回路形成体をＸ線の照射方向と直交する軸心回りで回転させるようにしたが、例えば回路形成体の法線（基板に対して直交する線）が、Ｘ線の照射方向と平行な軸心に対して斜めに傾斜した状態で回転させるようにしてもよい。すなわち、保持手段により、回路形成体の法線が、Ｘ線の照射方向と平行な軸心に対して歳差運動のような首振り移動をするようにしてもよい。

【００３２】

さらに、上記実施の形態においては、３枚の投影画像で欠陥を検出するように説明したが、ライン状の欠陥を検出するために、互いに直交する２枚の投影画像を用いてもよい。なお、このように、ライン状の欠陥を検出することについては、ライン状の欠陥の方が点状のものに比べて与える影響が大きいためであり、また３枚よりも２枚の投影画像を作成する方が、画像処理に要する時間が短かくて済むからである。

【図面の簡単な説明】

【００３３】

【図１】本発明の実施の形態に係るＸ線検査装置の概略構成を示すブロック図である。

【図２】本発明の実施の形態に係るＸ線検査方法を説明するフローチャートである。

【図３】同Ｘ線検査方法を回路形成体の検査に適用した場合の説明図で、（ａ）は要部断面図、（ｂ）は同スライス画像を示す。

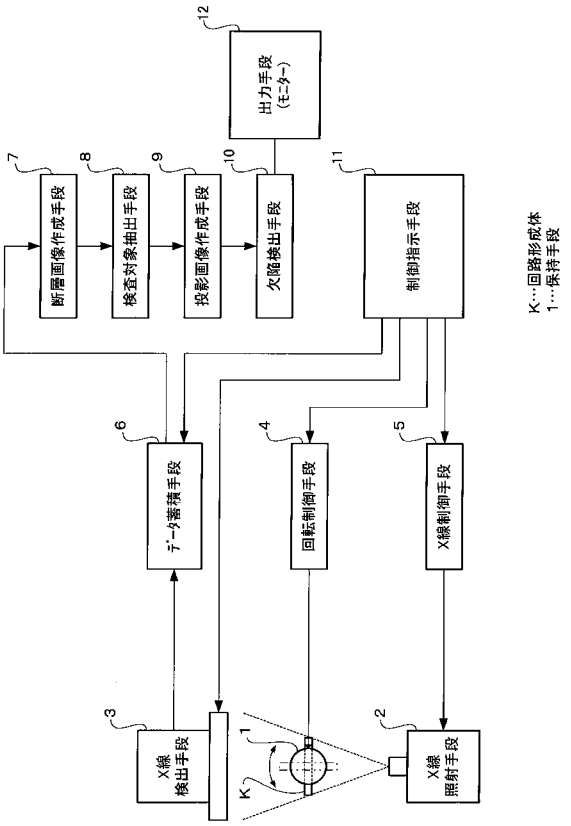
【図４】同Ｘ線検査方法を回路形成体の検査に適用した場合の投影画像を示す。

【符号の説明】

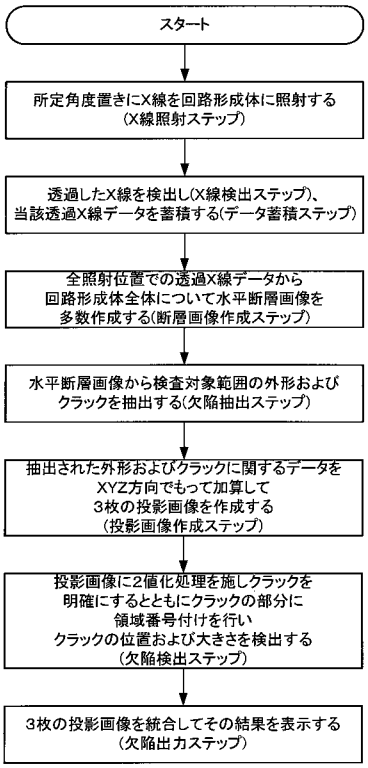
【００３４】

Ｋ　回路形成体
１　保持手段
２　Ｘ線照射手段
３　Ｘ線検出手段
４　回転制御手段
５　Ｘ線制御手段
６　データ蓄積手段
７　断層画像作成手段
８　検査対象抽出手段
９　投影画像作成手段
１０　欠陥検出手段
１１　制御指示手段
１２　出力手段
２２　球状バンプ（接合部分）
２４　クラック

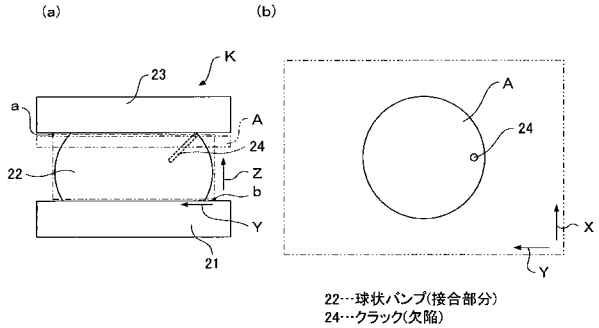
【図１】


12
出力手段
(モニター)
7
断層画像作成手段
8
検査対象抽出手段
9
投影画像作成手段
10
欠陥検出手段
11
制御指示手段
K…回路形成体
1…保持手段
6
データ蓄積手段
4
回転制御手段
5
X線制御手段
3
X線
検出手段
2
X線
照射手段
1
K

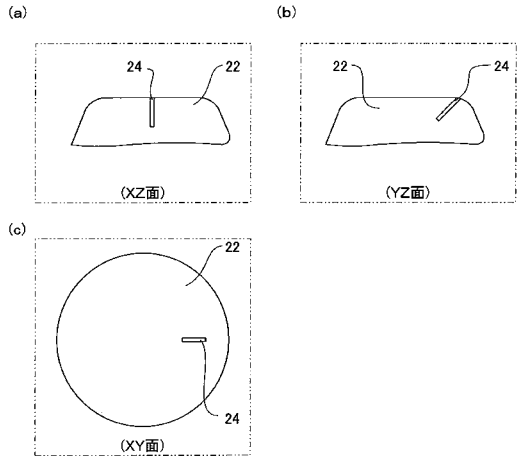
【図２】


スタート
所定角度置きにX線を回路形成体に照射する
(X線照射ステップ)
透過したX線を検出し(X線検出ステップ)、
当該透過X線データを蓄積する(データ蓄積ステップ)
全照射位置での透過X線データから
回路形成体全体について水平断層画像を
多数作成する(断層画像作成ステップ)
水平断層画像から検査対象範囲の外形および
クラックを抽出する(欠陥抽出ステップ)
抽出された外形およびクラックに関するデータを
XYZ方向でもって加算して
3枚の投影画像を作成する
(投影画像作成ステップ)
投影画像に2値化処理を施しクラックを
明確にするとともにクラックの部分に
領域番号付けを行い
クラックの位置および大きさを検出する
(欠陥検出ステップ)
3枚の投影画像を統合してその結果を表示する
(欠陥出力ステップ)

【図３】


(a)
(b)
K
23
a
A
24
22
Z
b
Y
21
A
24
X
Y
22…球状バンプ(接合部分)
24…クラック(欠陥)

【図４】


(a)
(b)
24
22
(XZ面)
22
24
(YZ面)
(c)
22
24
(XY面)

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 2G001 AA01 BA11 CA01 DA09 FA06 GA13 HA07 HA13 HA14 JA08
JA12 KA03 LA11 PA12