

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5959656号
(P5959656)

(45) 発行日 平成28年8月2日(2016.8.2)

(24) 登録日 平成28年7月1日(2016.7.1)

(51) Int. Cl.		F I			
G05B	19/418	(2006.01)	G05B	19/418	Z
H05K	13/04	(2006.01)	H05K	13/04	Z
H05K	13/08	(2006.01)	H05K	13/08	
H05K	3/34	(2006.01)	H05K	3/34	512A

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2014-538065 (P2014-538065)
(86) (22) 出願日	平成24年9月28日 (2012.9.28)
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/075239
(87) 国際公開番号	W02014/049872
(87) 国際公開日	平成26年4月3日 (2014.4.3)
審査請求日	平成27年8月7日 (2015.8.7)

(73) 特許権者	000237271	富士機械製造株式会社
		愛知県知立市山町茶碓山19番地
(74) 代理人	100089082	弁理士 小林 脩
(74) 代理人	100130188	弁理士 山本 喜一
(74) 代理人	100190333	弁理士 木村 群司
(72) 発明者	中山 大輔	愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内

審査官 川東 孝至

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生産ライン監視装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

生産ラインにおける生産不良の兆候を検出する不良兆候検出部と、前記生産不良の原因を特定する不良原因特定部と、を備える生産ライン監視装置であって、

前記不良兆候検出部は、製品における位置を特定するリファレンス毎に検査装置によって測定された測定情報を収集して、前記リファレンスにおける測定情報の経時変化から前記生産不良の兆候を検出し、

前記不良原因特定部は、前記不良兆候検出部が前記生産不良の兆候を検出した際の前記リファレンスに関係する生産情報に基づいて層別分析を行い、当該分析結果から前記生産不良の原因を特定する生産ライン監視装置。

【請求項2】

前記生産情報は、前記生産ラインの設備情報、前記生産ラインに供給される原材料情報、前記生産ラインを操作する作業員情報および前記生産ラインの生産手順情報のうちの少なくとも1つである請求項1に記載の生産ライン監視装置。

【請求項3】

前記不良兆候検出部は、前記測定情報から算出される工程能力指数または前記生産不良の発生率に基づいて、前記生産不良の兆候を検出する請求項1または2に記載の生産ライン監視装置。

【請求項4】

前記生産ラインは、基板上にはんだペーストを印刷するはんだ印刷機と、部品を前記基

10

20

板に実装する部品実装機と、前記基板に実装された前記部品をはんだ付けするリフロー機と、を備える基板生産ラインであって、

前記検査装置は、前記基板生産ラインの途中に設けられている請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の生産ライン監視装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生産ラインにおける生産不良の兆候を検出して、生産不良の原因を特定する生産ライン監視装置に関する。

【背景技術】

【0002】

生産ライン監視装置の一例として、特許文献 1 に記載の発明が挙げられる。特許文献 1 に記載の発明では、印刷工程、装着工程およびはんだ付け工程の各工程の検査結果をプリント基板毎に相互に比較している。そして、最終不良に対する各工程の影響度を算出して、不良要因を分析している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 3 5 1 1 6 3 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載の発明では、予め不良要因の発生確率を算出して、算出される発生確率に基づいて不良要因を分析している。そのため、分析された結果が必ずしも実際の不良要因であるとは限らない。また、検査装置によって取得される各種測定情報のすべてを経時的に分析すると、データ量および演算量が膨大になる。その結果、生産工程が完了するまでに分析を終了することが困難となり、測定情報の分析をリアルタイムに行うことが困難となる。

【0005】

本発明は、このような事情に鑑みて為されたものであり、生産不良の原因を高精度に特定するとともに、分析データのデータ量および演算量を低減してリアルタイム処理が可能な生産ライン監視装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項 1 に記載の生産ライン監視装置は、生産ラインにおける生産不良の兆候を検出する不良兆候検出部と、前記生産不良の原因を特定する不良原因特定部と、を備える生産ライン監視装置であって、前記不良兆候検出部は、製品における位置を特定するリファレンス毎に検査装置によって測定された測定情報を収集して、前記リファレンスにおける測定情報の経時変化から前記生産不良の兆候を検出し、前記不良原因特定部は、前記不良兆候検出部が前記生産不良の兆候を検出した際の前記リファレンスに関係する生産情報に基づいて層別分析を行い、当該分析結果から前記生産不良の原因を特定する。

【0007】

請求項 2 に記載の生産ライン監視装置は、請求項 1 に記載の生産ライン監視装置において、前記生産情報は、前記生産ラインの設備情報、前記生産ラインに供給される原材料情報、前記生産ラインを操作する作業員情報および前記生産ラインの生産手順情報のうちの少なくとも一つである。

【0008】

請求項 3 に記載の生産ライン監視装置は、請求項 1 または 2 に記載の生産ライン監視装置において、前記不良兆候検出部は、前記測定情報から算出される工程能力指数または前記生産不良の発生率に基づいて、前記生産不良の兆候を検出する。

10

20

30

40

50

【0009】

請求項4に記載の生産ライン監視装置は、請求項1～3のいずれか一項に記載の生産ライン監視装置において、前記生産ラインは、基板上にはんだペーストを印刷するはんだ印刷機と、部品を前記基板に実装する部品実装機と、前記基板に実装された前記部品をはんだ付けするリフロー機と、を備える基板生産ラインであって、前記検査装置は、前記基板生産ラインの途中に設けられている。

【発明の効果】

【0010】

請求項1に記載の生産ライン監視装置によれば、不良兆候検出部は、製品における位置を特定するリファレンス毎に検査装置によって測定された測定情報を収集して、リファレンスにおける測定情報の経時変化から生産不良の兆候を検出する。そのため、生産不良に関係するリファレンスを特定することが容易であり、特定されたリファレンスにおける測定情報および特定されたリファレンスに関する生産情報を抽出することが容易である。

10

【0011】

また、不良原因特定部は、不良兆候検出部が生産不良の兆候を検出した際のリファレンスに関する生産情報に基づいて層別分析を行い、当該分析結果から生産不良の原因を特定する。そのため、不良原因特定部は、予め算出される発生確率に基づいて不良原因を分析する場合や分析対象を事前に指定して限定する場合と比べて、生産不良の原因を高精度に特定することができる。

【0012】

20

生産情報は、一般に複数の項目（種類）につき複数の情報を有している。一方、1つのリファレンスに関する生産情報は、1つの項目（種類）につき1つの情報に限定される。そのため、不良原因特定部は、生産不良の兆候を検出した際のリファレンスに関する生産情報の各項目（種類）について、それぞれ1つの生産情報に分析対象を限定することができる。したがって、生産ライン監視装置は、すべての生産情報について分析する場合と比べて、分析データのデータ量および演算量を低減させることができ、リアルタイム処理が容易である。

【0013】

請求項2に記載の生産ライン監視装置によれば、生産情報は、生産ラインの設備情報、生産ラインに供給される原材料情報、生産ラインを操作する作業員情報および生産ラインの生産手順情報のうちの少なくとも1つである。そのため、生産ラインにおいて生産不良となり得る原因を容易に把握することができ、生産ラインの不良原因を漏れなく抽出することができる。

30

【0014】

請求項3に記載の生産ライン監視装置によれば、不良兆候検出部は、測定情報から算出される工程能力指数または生産不良の発生率に基づいて、生産不良の兆候を検出する。そのため、生産品質を定量化することが容易であり、不良兆候検出部は、生産品質が規格範囲内にあるか否かの判断を容易に行うことができる。そして、不良兆候検出部は、生産不良の兆候を定量的に検出することができる。

【0015】

40

請求項4に記載の生産ライン監視装置によれば、検査装置は、はんだ印刷機、部品実装機およびリフロー機を備える基板生産ラインの途中に設けられている。はんだ印刷機と部品実装機との間に検査装置が設けられている場合、検査装置は、部品実装前のはんだ状態を検査することができる。また、部品実装機とリフロー機との間に検査装置が設けられている場合、検査装置は、部品の実装状態を検査することができる。特に、検査装置は、基板に実装される部品の位置ずれ、回転ずれを検出することができ、部品の実装精度を高めることができる。さらに、リフロー機の後段に検査装置が設けられている場合、検査装置は、基板のはんだ付け状態など完成基板の良否を検査することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

50

【図 1】生産ライン監視装置の制御ブロックの一例を示すブロック図である。

【図 2】基板におけるリファレンスを説明する説明図である。

【図 3】測定情報および生産情報の一例を示す説明図である。

【図 4】部品の X 軸方向ずれの経時変化を示す波形図であり、(a) は、リファレンス R E F 1 を示し、(b) は、リファレンス R E F 2 を示し、(c) は、リファレンス R E F 3 を示す。

【図 5】生産不良の兆候を検出する手順の一例を示すフローチャートである。

【図 6】リファレンス R E F 2 における X 軸方向ずれの経時変化を示す波形図であり、(a) は、部品装着ヘッド H 1 を示し、(b) は、吸着ノズル N 2 を示し、(c) は、フィード F 2 を示す。

10

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。各図は概念図であり、細部構造の寸法まで規定するものではない。

【 0 0 1 8 】

<生産ライン>

本実施形態では、生産ラインの一例として、多数の部品が実装される基板を生産する基板生産ライン 1 について説明する。なお、説明の都合上、3 枚の基板 P B 1 ~ P B 3 に 3 つの部品 P 1 ~ P 3 をそれぞれ実装する基板生産ライン 1 について説明するが、基板数および部品数は、これらに限定されるものではない。また、生産ラインは、基板生産ライン 1 に限定されるものではなく、例えば、工作機械や自動車の生産ラインなど種々の生産ラインに適用することができる。

20

【 0 0 1 9 】

図 1 は、生産ライン監視装置 6 の制御ブロックの一例を示すブロック図である。基板生産ライン 1 は、基板 P B 1 ~ P B 3 上にはんだペーストを印刷するはんだ印刷機 2 と、部品 P 1 ~ P 3 を基板 P B 1 ~ P B 3 に実装する部品実装機 3 と、基板 P B 1 ~ P B 3 に実装された部品 P 1 ~ P 3 をはんだ付けするリフロー機 4 と、を備える。基板生産ライン 1 には、基板搬送装置（例えば、ベルトコンベアなど）が設けられており、基板搬送装置によって、基板 P B 1 ~ P B 3 がはんだ印刷機 2 に搬入され、部品実装機 3、リフロー機 4 の順に搬送されて、リフロー機 4 から完成基板が搬出される。

30

【 0 0 2 0 】

はんだ印刷機 2 は、公知のはんだ印刷機であり、基板 P B 1 と部品 P 1 ~ P 3 との接合部分に、はんだペーストを印刷する。はんだペーストは、粉末状のはんだにフラックスを加えて粘度を適切にしたものである。基板 P B 2、P B 3 についても同様である。

【 0 0 2 1 】

部品実装機 3 は、公知の部品実装機であり、部品 P 1 ~ P 3 を吸着して、実装位置に搬入された基板 P B 1 上に部品 P 1 ~ P 3 をそれぞれ実装する。基板 P B 2、P B 3 についても同様である。部品実装機 3 は、1 つの部品実装機 3 で構成することもできる。また、モジュール化された部品実装機 3 を複数台列設して部品実装ラインを構成することもできる。

40

【 0 0 2 2 】

リフロー機 4 は、公知のリフロー機であり、部品 P 1 ~ P 3 が実装された基板 P B 1 を加熱することにより、部品 P 1 ~ P 3 と基板 P B 1 とをはんだ付けする。基板 P B 2、P B 3 についても同様である。

【 0 0 2 3 】

検査装置 5 は、公知の基板検査装置であり、生産途中の基板状態および完成基板の良否を検査する。検査装置 5 は、はんだ検査装置 5 1、実装検査装置 5 2 およびリフロー検査装置 5 3 を備えている。はんだ検査装置 5 1 は、はんだ印刷機 2 と部品実装機 3 との間に設けられ、印刷されたはんだ位置、はんだ高さ、はんだ面積、はんだ体積、はんだブリッジの有無などを検査する。つまり、はんだ検査装置 5 1 は、部品実装前のはんだ状態を検

50

査することができる。

【 0 0 2 4 】

実装検査装置 5 2 は、部品実装機 3 とリフロー機 4 との間に設けられ、部品 P 1 ~ P 3 の有無、部品 P 1 ~ P 3 の適否、実装された部品位置、実装された部品 P 1 ~ P 3 の極性異常、異物の有無などの部品 P 1 ~ P 3 の実装状態を検査する。特に、実装検査装置 5 2 は、基板 P B 1 ~ P B 3 に実装される部品 P 1 ~ P 3 の位置ずれ、回転ずれを検出することができ、部品 P 1 ~ P 3 の実装精度を高めることができる。リフロー検査装置 5 3 は、リフロー機 4 の後段に設けられ、基板 P B 1 ~ P B 3 のはんだ付け状態など完成基板の良否を検査する。本明細書では、検査装置 5 によって測定される各種の検査結果を測定情報という。

10

【 0 0 2 5 】

< 生産ライン監視装置 >

生産ライン監視装置 6 は、ホストコンピュータ内に設けられ、基板生産ライン 1 における生産不良の兆候を検出して、生産不良の原因を特定する。ホストコンピュータは、CPU およびメモリを有しており、メモリに記憶されているプログラムを実行することによって、生産ライン監視装置 6 を駆動させることができる。図 1 に示すように、生産ライン監視装置 6 は、制御ブロックとして捉えると、不良兆候検出部 6 1、不良原因特定部 6 2、不良対処判定部 6 3 および不良対処指示部 6 4 を備えている。

【 0 0 2 6 】

(不良兆候検出部 6 1)

不良兆候検出部 6 1 は、基板生産ライン 1 における生産不良の兆候を検出する。まず、不良兆候検出部 6 1 は、基板 P B 1 における実装位置を特定するリファレンス R E F 1 ~ R E F 3 毎に測定情報を収集する。基板 P B 2、P B 3 についても同様である。図 2 は、基板 P B 1 におけるリファレンス R E F 1 ~ R E F 3 を説明する説明図である。同図では、紙面左方向下側の基板 P B 1 の角部を原点 0 とする。そして、紙面右方向を X 軸方向とし、紙面上方向を Y 軸方向とする。また、原点 0 を中心とする X 軸からの回転角を θ とする。

20

【 0 0 2 7 】

部品 P 1 が実装される基板 P B 1 上の実装位置をリファレンス R E F 1 で表す。具体的には、部品 P 1 の実装位置は、X 軸方向位置 X 1 1、Y 軸方向位置 Y 1 1、方向回転角 θ 1 1 で表すことができる。つまり、リファレンス R E F 1 は、基板 P B 1 における部品 P 1 の実装位置を特定する。部品 P 2、P 3 についても同様であり、リファレンス R E F 2、R E F 3 によって、基板 P B 1 における部品 P 2、P 3 の実装位置が特定される。なお、基板 P B 2、P B 3 についても同様である。

30

【 0 0 2 8 】

検査装置 5 によって測定された測定情報は、所定周期で不良兆候検出部 6 1 に送信される。図 3 は、測定情報および生産情報の一例を示す説明図である。同図は、3 枚の基板 P B 1 ~ P B 3 に部品 P 1 ~ P 3 をそれぞれ実装する際の測定情報の一例を示しており、実装検査装置 5 2 の検査結果 (測定情報) である。例えば、基板 P B 1 における部品 P 1 の X 軸方向ずれ X S 1 1 は、部品 P 1 の正規の X 軸方向位置 X 1 1 に対する X 軸方向のずれを示している。部品 P 1 の Y 軸方向ずれ Y S 1 1、部品 P 1 の方向ずれ θ 1 1 についても同様である。また、部品 P 2、P 3 および基板 P B 2、P B 3 についても同様であり、他の検査装置および他の検査結果 (測定情報) についても同様である。

40

【 0 0 2 9 】

同図では、検査装置 5 の測定情報と併せて、リファレンス R E F 1 ~ R E F 3 に関する生産情報の一例が記載されている。生産情報は、基板生産ライン 1 の設備情報、基板生産ライン 1 に供給される原材料情報、基板生産ライン 1 を操作する作業情報および基板生産ライン 1 の生産手順情報のうちの少なくとも 1 つであると好適である。

【 0 0 3 0 】

基板生産ライン 1 の設備情報は、基板生産ライン 1 の生産設備に関する情報である。例

50

例えば、部品実装機 3 では、部品実装機 3 を識別する部品実装機番号 M 1 ~ M 4、部品 P 1 ~ P 3 を実装する部品装着ヘッドを識別する部品装着ヘッド番号 H 1 ~ H 4、部品 P 1 ~ P 3 を吸着する吸着ノズルを識別する吸着ノズル番号 N 1 ~ N 6、部品 P 1、P 2 を供給するフィーダを識別するフィーダ番号 F 1 ~ F 4、部品 P 3 を供給するトレイユニットを識別するトレイ番号 P T 1 などが挙げられる。

【 0 0 3 1 】

基板生産ライン 1 に供給される原材料情報は、例えば、部品 P 1 ~ P 3 を識別する部品番号、部品 P 1 ~ P 3 の生産ロットを識別する部品ロット番号、部品製造元を識別する部品製造元番号などが挙げられる。また、基板生産ライン 1 を操作する作業員情報は、例えば、作業員の氏名、年齢、所属などが挙げられる。基板生産ライン 1 の生産手順情報には、例えば、部品 P 1 ~ P 3 の実装順序、正圧や負圧の圧力条件等の部品実装時の条件設定などが挙げられる。

10

【 0 0 3 2 】

同図では、例えば、基板 P B 1 のリファレンス R E F 1 における生産情報として、部品実装機番号（部品実装機 M 1）、部品装着ヘッド番号（部品装着ヘッド H 1）、吸着ノズル番号（吸着ノズル N 1）、フィーダ番号（フィーダ F 1）、部品番号（部品 P 1）が記載されている。リファレンス R E F 2、R E F 3 についても同様であり、基板 P B 2、P B 3 についても同様である。

【 0 0 3 3 】

本実施形態では、生産情報は、基板生産ライン 1 の設備情報、基板生産ライン 1 に供給される原材料情報、基板生産ライン 1 を操作する作業員情報および基板生産ライン 1 の生産手順情報のうちの少なくとも 1 つである。そのため、基板生産ライン 1 において生産不良となり得る原因を容易に把握することができ、基板生産ライン 1 の不良原因を漏れなく抽出することができる。なお、生産情報は、リファレンス R E F 1 ~ R E F 3 毎にテーブル化されており、ホストコンピュータのメモリに記憶されている。また、上記の生産情報以外にも、生産に係る種々の情報を生産情報として用いることができる。

20

【 0 0 3 4 】

次に、不良兆候検出部 6 1 は、リファレンス R E F 1 ~ R E F 3 における測定情報の経時変化から生産不良の兆候を検出する。図 4 は、部品 P 1 ~ P 3 の X 軸方向ずれの経時変化を示す波形図であり、(a) は、リファレンス R E F 1 を示し、(b) は、リファレンス R E F 2 を示し、(c) は、リファレンス R E F 3 を示す。同図は、基板 P B 1 ~ P B 3 に部品 P 1 を実装したときの部品 P 1 の X 軸方向ずれ X S 1 を実装順にプロットしたものである。部品 P 2 の X 軸方向ずれ X S 2、部品 P 3 の X 軸方向ずれ X S 3 についても同様であり、他の測定情報についても同様である。

30

【 0 0 3 5 】

同図では、リファレンス R E F 1 における部品 P 1 の X 軸方向ずれ X S 1 の経時変化を曲線 L 1 で示す。また、X 軸方向ずれ X S 1 の規格上限値を直線 L T 1 で示し、X 軸方向ずれ X S 1 の規格下限値を直線 L B 1 で示す。リファレンス R E F 2、R E F 3 についても同様である。

【 0 0 3 6 】

同図 (a) に示すように、リファレンス R E F 1 における部品 P 1 の X 軸方向ずれ X S 1 (曲線 L 1) は、直線 L T 1、L B 1 で示される規格範囲内にある。よって、リファレンス R E F 1 について、生産不良の兆候は見られない。リファレンス R E F 3 についても同様である (同図 (c))。一方、同図 (b) に示すように、リファレンス R E F 2 における部品 P 2 の X 軸方向ずれ X S 2 (曲線 L 2) は、時刻 T 1 から時刻 T 2 にかけて直線 L B 2 で示される規格下限値より小さくなり、時刻 T 2 以降も、その状態が継続している。つまり、時刻 T 2 以降、リファレンス R E F 2 について生産不良の兆候が見られる。

40

【 0 0 3 7 】

図 5 は、生産不良の兆候を検出する手順の一例を示すフローチャートである。まず、ステップ S 1 で、リファレンス R E F 1 ~ R E F 3 毎に測定情報を収集する。次に、ステッ

50

プ S 2 で、測定情報から工程能力指数または生産不良の発生率を算出する。そして、ステップ S 3 で、工程能力指数または生産不良の発生率が規格範囲内であるか否かを判定する。

【 0 0 3 8 】

工程能力指数または生産不良の発生率が規格範囲内の場合 (Y e s の場合) は、ステップ S 4 に進む。ステップ S 4 では、生産不良判定フラグを O F F にして、一旦、本ルーチンを終了する。一方、ステップ S 3 で、工程能力指数または生産不良の発生率が規格範囲外の場合 (N o の場合) は、ステップ S 5 に進む。ステップ S 5 では、生産不良判定フラグを O N にして、一旦、本ルーチンを終了する。

【 0 0 3 9 】

工程能力指数は、品質基準を満足する製品 (基板 P B 1 ~ P B 3) を生産する能力を数値化したものである。具体的には、工程能力指数は、必要とされる規格幅を 6 (の 6 倍) で除算して算出する。ただし、 は標準偏差であり、規格幅は、規格上限値から規格下限値を減算して算出する。規格上限値および規格下限値は、生産情報の特性を勘案して予め決定され、ホストコンピュータのメモリに記憶されている。

【 0 0 4 0 】

不良兆候検出部 6 1 は、所定時間の経過毎に工程能力指数を算出する。そして、不良兆候検出部 6 1 は、工程能力指数の算出値が所定範囲内のときに、工程能力指数が規格範囲内であると判断する。一方、工程能力指数の算出値が所定範囲外のときは、不良兆候検出部 6 1 は、工程能力指数が規格範囲外であると判断する。

【 0 0 4 1 】

例えば、図 4 (b) に示すように、第 1 サンプル時間 S P 1 の 5 個の測定情報 (部品 P 2 の X 軸方向ずれ X S 2) に基づいて、工程能力指数 C P 1 を算出する。次に、第 2 サンプル時間 S P 2 の 5 個の測定情報 (部品 P 2 の X 軸方向ずれ X S 2) に基づいて、工程能力指数 C P 2 を算出する。第 2 サンプル時間 S P 2 の 5 個の測定情報は、第 1 サンプル時間 S P 1 の 5 個の測定情報と比べて、測定情報のばらつきが大きいので、工程能力指数 C P 2 は、工程能力指数 C P 1 と比べて小さくなる。例えば、工程能力指数 C P 2 が 1 . 2 のとき、所定範囲 (例えば、 1 . 3 3 ~ 1 . 6 7) 外であるので、不良兆候検出部 6 1 は、工程能力指数が規格範囲外であると判断する。なお、工程能力指数 C P 1 は、所定範囲 (例えば、 1 . 3 3 ~ 1 . 6 7) 内にあるものとする。

【 0 0 4 2 】

また、工程能力指数は、規格上限値または規格下限値のいずれか一方のみを用いることもできる。この場合、工程能力指数は、必要とされる規格幅を 3 (の 3 倍) で除算して算出する。規格上限値のみを用いる場合、規格幅は、規格上限値から測定情報の平均値を減算して算出する。規格下限値のみを用いる場合、規格幅は、測定情報の平均値から規格下限値を減算して算出する。

【 0 0 4 3 】

生産不良の発生率は、生産状態が正常である正常状態または生産状態が異常である異常状態など離散値で生産状態を表すことができる場合に用いられる。具体的には、生産不良の発生率は、所定期間の生産回数のうち、生産状態が異常状態である割合である。リファレンス R E F 1 における部品 P 1 の有無について、生産不良の発生率を算出する場合を例に説明する。

【 0 0 4 4 】

例えば、部品 P 1 を 1 0 回実装するときに、部品 P 1 が実装されていない状態 (異常状態) が 1 回発生したとする。この場合、生産不良の発生率は 1 0 % である。次に、部品 P 1 を 1 0 回実装するときに、部品 P 1 が実装されていない状態 (異常状態) が 3 回発生したとする。この場合、生産不良の発生率は 3 0 % である。

【 0 0 4 5 】

不良兆候検出部 6 1 は、所定時間の経過毎に生産不良の発生率を算出する。そして、不良兆候検出部 6 1 は、生産不良の発生率が所定値より小さいときに、生産不良の発生率が

10

20

30

40

50

規格範囲内であると判断する。一方、生産不良の発生率が所定値以上のときは、不良兆候検出部 6 1 は、生産不良の発生率が規格範囲外であると判断する。上記の例では、生産不良の発生率が 3 0 % のとき、所定値（例えば 2 0 %）より大きいので、不良兆候検出部 6 1 は、生産不良の発生率が規格範囲外であると判断する。一方、生産不良の発生率が 1 0 % のとき、所定値（例えば 2 0 %）より小さいので、不良兆候検出部 6 1 は、生産不良の発生率が規格範囲内であると判断する。

【 0 0 4 6 】

本実施形態では、不良兆候検出部 6 1 は、測定情報から算出される工程能力指数または生産不良の発生率に基づいて、生産不良の兆候を検出する。そのため、生産品質を定量化することが容易であり、不良兆候検出部 6 1 は、生産品質が規格範囲内にあるか否かの判断を容易に行うことができる。そして、不良兆候検出部 6 1 は、生産不良の兆候を定量的に検出することができる。

10

【 0 0 4 7 】

また、不良兆候検出部 6 1 は、製品である基板 P B 1 ~ P B 3 における実装位置を特定するリファレンス R E F 1 ~ R E F 3 毎に検査装置 5 によって測定された測定情報を収集して、リファレンス R E F 1 ~ R E F 3 における測定情報の経時変化から生産不良の兆候を検出する。そのため、生産不良に関係するリファレンス R E F 2 を特定することが容易であり、特定されたリファレンス R E F 2 における測定情報および特定されたリファレンス R E F 2 に関する生産情報を抽出することが容易である。

20

【 0 0 4 8 】

（不良原因特定部 6 2）

不良原因特定部 6 2 は、不良兆候検出部 6 1 が生産不良の兆候を検出した際のリファレンス R E F 2 に関する生産情報に基づいて層別分析を行い、当該分析結果から生産不良の原因を特定する。不良兆候検出部 6 1 は、リファレンス R E F 2 について生産不良の兆候を検出すると、生産不良判定フラグを O N にする。リファレンス R E F 1、R E F 3 については、生産不良の兆候が見られないので、不良兆候検出部 6 1 は、生産不良判定フラグを O F F にする。不良原因特定部 6 2 は、生産不良判定フラグが O N であるリファレンス R E F 2 に関する生産情報に基づいて層別分析を行う。

【 0 0 4 9 】

生産情報は、一般に複数の項目（種類であり、例えば、部品実装機 3、部品装着ヘッド、吸着ノズル、フィーダなど）につき、複数の情報（例えば、部品実装機 3 については、部品実装機 M 1 ~ M 4 の 4 つ）を有している。一方、図 3 に示すように、基板 P B 1 のリファレンス R E F 2 に部品 P 2 を実装するとき、部品実装機 3 は部品実装機 M 1 を使用し、部品装着ヘッドは部品装着ヘッド H 1 を使用する。そして、吸着ノズルは吸着ノズル N 2 を使用し、フィーダはフィーダ F 2 を使用する。

30

【 0 0 5 0 】

このように、1 つのリファレンス R E F 2 に関する生産情報は、1 つの項目（種類）につき 1 つの情報に限定される。そのため、不良原因特定部 6 2 は、生産不良の兆候を検出した際のリファレンス R E F 2 に関する生産情報の各項目（種類）について、それぞれ 1 つの生産情報（この場合、部品実装機 M 1、部品装着ヘッド H 1、吸着ノズル N 2、フィーダ F 2）に分析対象を限定することができる。したがって、生産ライン監視装置 6 は、すべての生産情報について分析する場合と比べて、分析データのデータ量および演算量を低減させることができ、リアルタイム処理が容易である。

40

【 0 0 5 1 】

図 6 は、リファレンス R E F 2 における X 軸方向ずれの経時変化を示す波形図であり、（ a ）は、部品装着ヘッド H 1 を示し、（ b ）は、吸着ノズル N 2 を示し、（ c ）は、フィーダ F 2 を示す。同図は、基板 P B 1 ~ P B 3 に部品 P 2 を実装したときの部品 P 2 の X 軸方向ずれ X S 2 をリファレンス R E F 2 に関する生産情報毎に実装順にプロットしたものである。

【 0 0 5 2 】

50

同図では、部品装着ヘッドH1を使用して基板PB1、PB3に部品P2を実装したときの部品P2のX軸方向ずれXH1（以下、部品装着ヘッドH1のX軸方向ずれXH1という。）を曲線L4で示す。また、X軸方向ずれXH1の規格上限値を直線LT4で示し、X軸方向ずれXH1の規格下限値を直線LB4で示す。吸着ノズルN2、フィーダF2についても同様である。

【0053】

同図(a)に示すように、部品装着ヘッドH1のX軸方向ずれXH1（曲線L4）は、直線LT4、LB4で示される規格範囲内にある。よって、部品装着ヘッドH1は、生産不良の原因ではないと考えられる。フィーダF2についても同様である（同図(c)）。一方、同図(b)に示すように、吸着ノズルN2のX軸方向ずれXN2は、時刻T1から時刻T2にかけて直線LB5で示される規格下限値より小さくなり、時刻T2以降も、その状態が継続している。つまり、吸着ノズルN2が生産不良の原因であると考えられる。

10

【0054】

以上より、不良原因特定部62は、リファレンスREF2についての生産不良の兆候は、吸着ノズルN2が原因であると判断する。なお、生産不良の原因を特定する具体的な手順は、生産不良の兆候を検出する手順と同様であり、工程能力指数または生産不良の発生率に基づいて、生産不良の原因を特定することができる。

【0055】

本実施形態では、不良原因特定部62は、不良兆候検出部61が生産不良の兆候を検出した際のリファレンスREF2に関係する生産情報に基づいて層別分析を行い、当該分析結果から生産不良の原因を特定する。そのため、不良原因特定部62は、予め算出される発生確率に基づいて不良原因を分析する場合や分析対象を事前に指定して限定する場合と比べて、生産不良の原因を高精度に特定することができる。

20

【0056】

（不良対処判定部63）

不良対処判定部63は、生産不良に対する対処内容を判定する。対処内容および対処の優先順位は、予めホストコンピュータのメモリに記憶されている。不良対処判定部63は、ホストコンピュータのメモリを参照して、不良原因特定部62が特定した生産不良の原因に対する対処内容を取得する。生産不良の原因が複数ある場合は、対処の優先順位も併せて取得する。

30

【0057】

次に、不良対処判定部63は、生産不良に対する対処を作業者が行う必要があるか否かを判定する。生産不良に対する対処を作業者が行う必要がある場合を作業者対処といい、生産不良に対する対処を作業者が行う必要がない場合を自動対処という。作業者対処の場合、不良対処判定部63は、不良対処指示部64に対処信号を送信する。

【0058】

自動対処の場合、不良対処判定部63は、はんだ印刷機2、部品実装機3またはリフロー機4に対処信号を送信する。はんだ印刷機2、部品実装機3またはリフロー機4は、対処信号を受信すると、受信した対処内容に基づいて生産不良に対する対処を行う。例えば、不良原因特定部62によって、吸着ノズルN2が生産不良の原因であると判断されると、不良対処判定部63は、部品実装機3に吸着ノズルN2の切替えを指示する。部品実装機3は、不良対処判定部63から吸着ノズルN2の切替えの指示を受けると、吸着ノズルN2を正常な吸着ノズルに切替える。

40

【0059】

（不良対処指示部64）

不良対処指示部64は、不良対処判定部63から対処信号を受信すると、モニタ7に対処内容および対処の優先順位を表示する。作業者は、モニタ7に表示される対処内容および対処の優先順位に従って、生産不良に対する対処を行う。例えば、部品装着ヘッドH1（優先順位は1番とする）およびフィーダF2（優先順位は2番とする）が生産不良の原因である場合を考える。不良対処指示部64は、部品装着ヘッドH1およびフィーダF2

50

が生産不良の原因であり、部品装着ヘッドH 1、フィーダF 2の順に正常品に交換する必要がある旨をモニター7に表示して、作業者に喚起する。作業者は、モニター7に表示される内容に従って、部品装着ヘッドH 1、フィーダF 2の順に正常な部品装着ヘッドH 1、フィーダF 2と交換する。

【0060】

本実施形態では、基板生産ライン1における生産不良の兆候を検出することができるので、実際に基板生産ライン1において生産不良が発生する前に生産不良に対して対処をすることができ、基板生産ライン1の稼働率を向上させることができる。

【0061】

<その他>

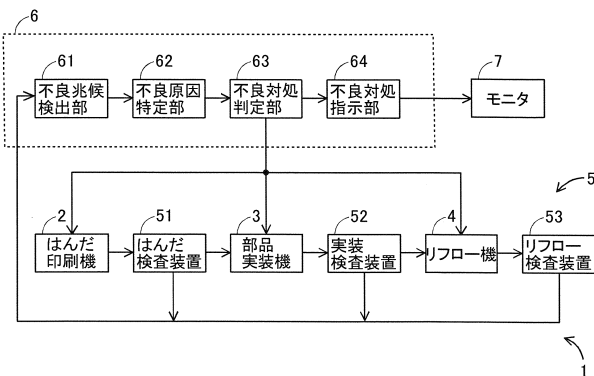
本発明は上記し且つ図面に示した実施形態のみに限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲内で適宜変更して実施することができる。例えば、本発明は、生産ラインにおける生産不良の兆候を検出する場合に限られず、実際に生産ラインにおいて生産不良を検出した場合（例えば、部品の欠品など）にも適用することができる。

【符号の説明】

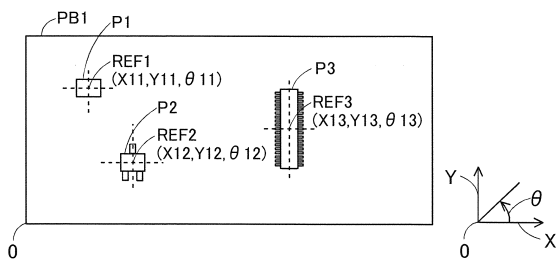
【0062】

- 1：基板生産ライン、
- 2：はんだ印刷機、
- 3：部品実装機、
- 4：リフロー機、
- 5：検査装置、
- 6：生産ライン監視装置、
- 61：不良兆候検出部、
- 62：不良原因特定部、
- 63：不良対処判定部、
- 64：不良対処指示部、
- 62：不良原因特定部

【図1】



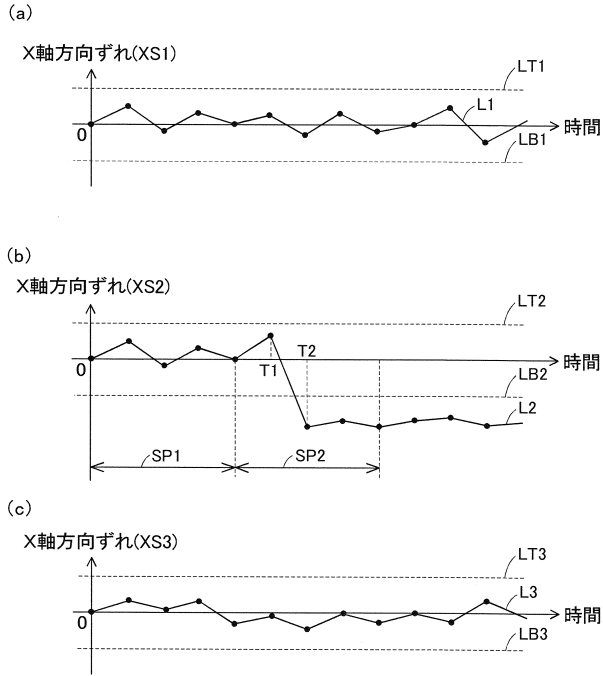
【図2】



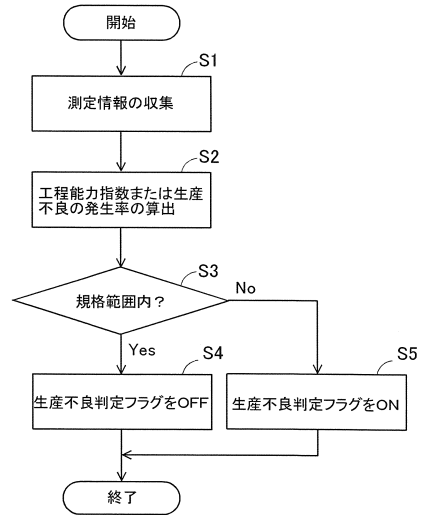
【図3】

基板	リファレンス		
	REF 1	REF 2	REF 3
PB 1	X軸方向ずれXS11、 Y軸方向ずれYS11、 θ方向ずれθS11、 部品実装機M1、 部品装着ヘッドH1、 吸着ノズルN1、 フィーダF1、 部品P1	X軸方向ずれXS12、 Y軸方向ずれYS12、 θ方向ずれθS12、 部品実装機M1、 部品装着ヘッドH1、 吸着ノズルN2、 フィーダF2、 部品P2	X軸方向ずれXS13、 Y軸方向ずれYS13、 θ方向ずれθS13、 部品実装機M2、 部品装着ヘッドH2、 吸着ノズルN3、 トレイPT1、 部品P3
PB 2	X軸方向ずれXS21、 Y軸方向ずれYS21、 θ方向ずれθS21、 部品実装機M3、 部品装着ヘッドH3、 吸着ノズルN4、 フィーダF3、 部品P1	X軸方向ずれXS22、 Y軸方向ずれYS22、 θ方向ずれθS22、 部品実装機M3、 部品装着ヘッドH3、 吸着ノズルN5、 フィーダF4、 部品P2	X軸方向ずれXS23、 Y軸方向ずれYS23、 θ方向ずれθS23、 部品実装機M4、 部品装着ヘッドH4、 吸着ノズルN6、 トレイPT1、 部品P3
PB 3	X軸方向ずれXS31、 Y軸方向ずれYS31、 θ方向ずれθS31、 部品実装機M1、 部品装着ヘッドH1、 吸着ノズルN1、 フィーダF1、 部品P1	X軸方向ずれXS32、 Y軸方向ずれYS32、 θ方向ずれθS32、 部品実装機M1、 部品装着ヘッドH1、 吸着ノズルN2、 フィーダF2、 部品P2	X軸方向ずれXS33、 Y軸方向ずれYS33、 θ方向ずれθS33、 部品実装機M2、 部品装着ヘッドH2、 吸着ノズルN3、 トレイPT1、 部品P3

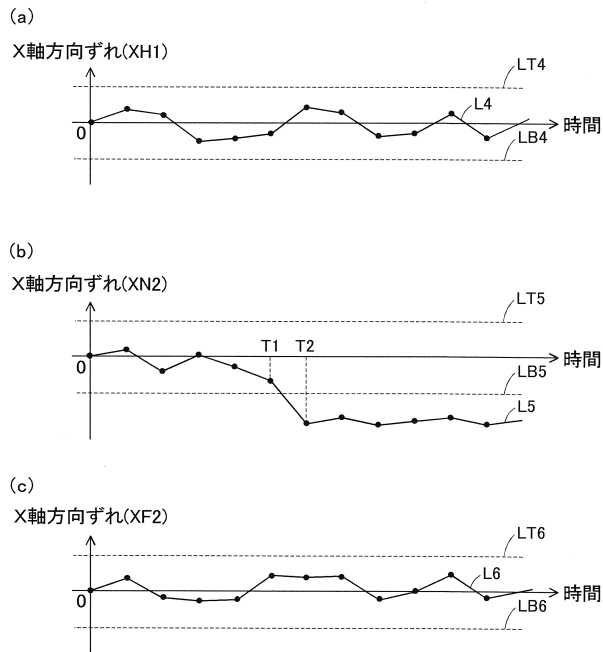
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-177293(JP,A)
特開2005-353750(JP,A)
特開2005-173911(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 19/418
H05K 3/34
H05K 13/04
H05K 13/08