

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6981061号
(P6981061)

(45) 発行日 令和3年12月15日(2021.12.15)

(24) 登録日 令和3年11月22日(2021.11.22)

(51) Int.Cl. F I
G05B 19/418 (2006.01) G05B 19/418 Z
G06Q 50/04 (2012.01) G06Q 50/04

請求項の数 8 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-124551 (P2017-124551) (22) 出願日 平成29年6月26日 (2017.6.26) (65) 公開番号 特開2019-8608 (P2019-8608A) (43) 公開日 平成31年1月17日 (2019.1.17) 審査請求日 令和2年3月10日 (2020.3.10)</p>	<p>(73) 特許権者 000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 (74) 代理人 100087480 弁理士 片山 修平 (72) 発明者 羽染 あや乃 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 審査官 影山 直洋</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生産計画生成プログラム、生産計画生成方法及び生産計画生成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

生産ラインに含まれる複数の生産装置において生産対象が順次処理される間に発生する可能性のあるエラーの組み合わせを複数抽出し、

エラーが前記生産ラインの生産時間に与える影響の大きさを示す指標を前記生産対象ごとに記憶する第1記憶部を参照して、抽出した前記エラーの組み合わせそれぞれが前記生産時間に与える影響の大きさを示す指標を算出し、

抽出した前記エラーの組み合わせから、算出した指標が第1の条件を満たすエラーの組み合わせを特定し、

特定したエラーの組み合わせごとに、エラーに対応する作業者の割当てを決定する、処理をコンピュータに実行させるための生産計画生成プログラム。

10

【請求項2】

前記抽出する処理では、

発生する可能性のある全てのエラーの組み合わせを特定し、

エラーの発生確率を前記生産対象ごとに記憶する第2記憶部を参照して、前記エラーの組み合わせそれぞれの発生確率を算出し、

特定した前記エラーの組み合わせから、算出した前記発生確率が第2の条件を満たすエラーの組み合わせを複数抽出する、ことを特徴とする請求項1に記載の生産計画生成プログラム。

【請求項3】

20

前記指標は、前記生産ラインにおいてボトルネックとなる生産装置にエラーが発生するエラーの組み合わせほど、前記生産時間に与える影響が大きいことを示す指標を含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の生産計画生成プログラム。

【請求項 4】

前記指標は、前記エラーの組み合わせに含まれるエラーの種類に基づく指標を含む、ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の生産計画生成プログラム。

【請求項 5】

前記割当てを決定する処理では、前記作業者の作業能力に関するデータと、前記作業者が生産装置まで移動するのに要する時間と、に基づいて、前記作業者の割当てを決定する、ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の生産計画生成プログラム。

10

【請求項 6】

生産ラインに含まれる複数の生産装置において生産対象が順次処理される間に発生する可能性のあるエラーの組み合わせを複数抽出し、

エラーが前記生産ラインの生産時間に与える影響の大きさを示す指標を前記生産対象ごとに記憶する第 1 記憶部を参照して、抽出した前記エラーの組み合わせそれぞれが生産時間に与える影響の大きさを示す指標を算出し、

抽出した前記エラーの組み合わせから、算出した指標が第 1 の条件を満たすエラーの組み合わせを特定し、

特定したエラーの組み合わせごとに、エラーに対応する作業者の割当てを決定する、処理をコンピュータが実行することを特徴とする生産計画生成方法。

20

【請求項 7】

生産ラインに含まれる複数の生産装置において生産対象が順次処理される間に発生する可能性のあるエラーの組み合わせを複数抽出する抽出部と、

エラーが前記生産ラインの生産時間に与える影響の大きさを示す指標を前記生産対象ごとに記憶する第 1 記憶部を参照して、前記抽出部が抽出した前記エラーの組み合わせそれぞれが生産時間に与える影響の大きさを示す指標を算出する算出部と、

前記抽出部が抽出した前記エラーの組み合わせから、前記算出部が算出した指標が第 1 の条件を満たすエラーの組み合わせを特定する特定部と、

前記特定部が特定したエラーの組み合わせごとに、エラーに対応する作業者の割当てを決定する決定部と、

を備える生産計画生成装置。

30

【請求項 8】

生産ラインに含まれる複数の生産装置において生産対象が順次処理される間に発生するエラーの組み合わせを複数抽出し、

エラーが前記生産ラインの生産時間に与える影響の大きさを示す指標を前記生産対象ごとに記憶する第 1 記憶部を参照して、抽出した前記エラーの組み合わせそれぞれが生産時間に与える影響の大きさを示す指標を算出し、

抽出した前記エラーの組み合わせから、算出した指標が第 1 の条件を満たすエラーの組み合わせを特定し、

特定したエラーの組み合わせごとに、エラーに対応する作業者の割当てを決定し、

前記割当てを決定した後、前記生産ラインにおいてエラーが発生した場合に、発生した前記エラーの組合せに割り当てられている作業者を抽出し、

抽出された前記作業者を示す情報を出力する、

処理をコンピュータが実行することを特徴とする生産計画生成方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生産計画生成プログラム、生産計画生成方法及び生産計画生成装置に関する

。

50

【背景技術】

【0002】

工場の生産ラインでは、予めライン毎に割当てられた生産計画の全てが完了する時刻が早いほどコスト、納期の面から望ましい。このため、生産ラインに含まれる各生産装置の処理時間を考慮し、生産計画の全てが完了する時刻が早くなるよう最適化する技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平8 - 1485号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

生産計画の完了時刻は生産装置が正常に稼働する場合を前提としたものであり、実際の生産現場では装置エラーの発生とそれに伴う作業者の対応作業等が生じる。このため、ある生産対象（プリント基板など）が生産ラインを流れる間に各生産装置において発生するエラーを想定して、すべてのエラーの組み合わせについて作業者の割当てを事前に最適化しておき、完了時刻がなるべく遅延しないように準備しておくことが好ましい。しかしながら、エラーの組み合わせの数は膨大であるため、すべてのエラーの組み合わせに対して作業者の割当て処理を行うと、多大な時間を要するおそれがある。

20

【0005】

1つの側面では、本発明は、早急にエラー対応作業が必要なエラーの組み合わせに対する作業者の割当てを事前に行っておくことができる生産計画生成プログラム、生産計画生成方法及び生産計画生成装置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】

【0006】

一つの態様では、生産計画生成プログラムは、生産ラインに含まれる複数の生産装置において生産対象が順次処理される間に発生する可能性のあるエラーの組み合わせを複数抽出し、エラーが前記生産ラインの生産時間に与える影響の大きさを示す指標を前記生産対象ごとに記憶する第1記憶部を参照して、抽出した前記エラーの組み合わせそれぞれが前記生産時間に与える影響の大きさを示す指標を算出し、抽出した前記エラーの組み合わせから、算出した指標が条件を満たすエラーの組み合わせを特定し、特定したエラーの組み合わせごとに、エラーに対応する作業者の割当てを決定する、処理をコンピュータに実行させるための生産計画生成プログラムである。

30

【発明の効果】

【0007】

早急にエラー対応作業が必要なエラーの組み合わせに対する作業者の割当てを事前に行っておくことができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0008】

【図1】一実施形態に係る生産システムの構成を概略的に示す図である。

【図2】生産ラインを示す図である。

【図3】サーバのハードウェア構成を示す図である。

【図4】サーバの機能ブロック図である。

【図5】図5(a)は、作業者DBを示す図であり、図5(b)は、生産装置テーブルを示す図であり、図5(c)は、割当てDBを示す図である。

【図6】エラーパスについて説明するための図である。

【図7】サーバの処理を示すフローチャート(その1)である。

【図8】サーバの処理を示すフローチャート(その2)である。

50

【図9】図9(a)～図9(c)は、図7の処理を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、生産システムの一実施形態について、図1～図9に基づいて詳細に説明する。図1には、一実施形態に係る生産システム100の構成が概略的に示されている。

【0010】

生産システム100は、図1に示すように、工場内に設けられた工場内システム60と、工場内システム60とインターネット等のネットワーク80を介して接続された生産計画生成装置としてのサーバ70と、を備える。

【0011】

工場内には、図2に示すような生産ラインが1又は複数設けられている。各生産ラインは、例えば、生産装置1、生産装置2、...生産装置nを有し、生産装置1から順に生産対象(プリント基板等)を処理することにより、製品を生産する。工場内には、生産装置の点検やメンテナンス、エラー対応作業を実行する作業員A、B、...が存在している。

【0012】

工場内システム60は、図1に示すように、各生産装置が有するエラー検出装置10と、各作業員が保持する位置検出装置20と、工場内に設置されている指示端末30と、送受信装置40と、を備える。エラー検出装置10、位置検出装置20、指示端末30、送受信装置40は、LAN(Local Area Network)などのネットワーク45に接続されている。

【0013】

エラー検出装置10は、エラー検出部11と、送信部12と、を有する。エラー検出部11は、生産装置のエラーを検出すると、送信部12を介して送受信装置40にエラーを通知する。

【0014】

位置検出装置20は、位置検出部21と、送信部22と、を有する。位置検出部21は、ビーコンやGPS(Global Positioning System)センサ等であり、作業員の位置を検出すると、送信部22を介して、送受信装置40に作業員の位置を通知する。位置検出装置20による位置検出は、所定時間間隔で実行される。なお、位置検出装置20に代えて、工場内にカメラを設置し、該カメラが撮影する画像に基づいて、各作業員の位置を検出するようにしてもよいし、その他の方法により作業員の位置を検出してよい。

【0015】

指示端末30は、サーバ70から送られてくる指示を表示する装置である。具体的には、指示端末30には、エラーが発生した生産装置のエラー対応作業を実行すべき作業員の情報が表示される。指示端末30は、受信部32と、表示部34と、を有する。受信部32は、サーバ70から送られてくる指示を受信し、表示部34に送信する。表示部34は、受信部32から送信されてきた指示を画面表示する。なお、表示部34は、画面表示に代えて又は画面表示とともに、指示を音声出力等してもよい。

【0016】

送受信装置40は、エラー検出装置10や位置検出装置20から送信されてきたデータをネットワーク80を介してサーバ70に送信する。また、送受信装置40は、サーバ70から送信されてきた指示に関する情報を指示端末30に送信する。

【0017】

サーバ70は、生産ラインが1日の操業を開始する前のタイミングにおいて、生産ラインで起こり得るエラーパス(1つの生産対象(プリント基板等)を生産ラインに流す間に発生するエラーの組み合わせ)の中から、発生しやすく、生産ラインにおける生産時間と与える影響の大きいエラーパスを特定する。そして、サーバ70は、特定したエラーパスに含まれるエラーの対応作業を実施すべき作業員を決定し、決定した情報を割当てDB136に格納する。また、サーバ70は、実際に生産装置でエラーが発生した場合に、割当てDB136に基づいて、エラー対応作業を実施すべき作業員を特定し、工場内システム

10

20

30

40

50

60（指示端末30）に送信する。なお、サーバ70は、割当てDB136に基づいてエラー対応作業を実施すべき作業者を特定できない場合には、工場内システム60から収集したデータ等に基づいて、エラーが発生した生産装置のエラー対応作業を行うべき作業者を決定し、工場内システム60（指示端末30）に送信する。

【0018】

図3には、サーバ70のハードウェア構成が概略的に示されている。図3に示すように、サーバ70は、CPU（Central Processing Unit）90、ROM（Read Only Memory）92、RAM（Random Access Memory）94、記憶部（ここではHDD（Hard Disk Drive））96、ネットワークインタフェース97、可搬型記憶媒体用ドライブ99、表示部93、入力部95等を備えている。これらサーバ70の構成各部分は、バス98に接続されている。表示部93は、例えば液晶ディスプレイであり、入力部95は、例えばキーボードやマウス、タッチパネル等である。サーバ70では、ROM92あるいはHDD96に格納されているプログラム（生産計画生成プログラムを含む）、或いは可搬型記憶媒体用ドライブ99が可搬型記憶媒体91から読み取ったプログラム（生産計画生成プログラムを含む）をCPU90が実行することにより、図4に示す、各機能が実現されている。なお、図4には、サーバ70のHDD96等に格納されている作業者DB132、第1記憶部及び第2記憶部としての生産装置テーブル134、割当てDB136も図示されている。

10

【0019】

図4には、サーバ70の機能ブロックが示されている。図4に示すように、サーバ70は、CPU90がプログラムを実行することにより、抽出部としてのエラーパス抽出部110、算出部としての指標値算出部112、特定部114、決定部としての割当て部116、エラー受信部118、及び送信部120、として機能する。

20

【0020】

エラーパス抽出部110は、生産装置テーブル134に基づいて、発生する可能性のある（発生が想定される）全てのエラーパスを特定する。ここで、図5（b）には、生産装置テーブル134のデータ構造の一例が示されている。生産装置テーブル134は、生産ラインにおいて生産する生産対象（プリント基板等）ごとに用意されているものとする。図5（b）に示す生産装置テーブル134は、生産対象Aに関するテーブルであり、「生産装置」、「装置重み」、「エラーあり確率 x 」、「エラーなし確率 $(1-x)$ 」のフィールドを有するとともに、「エラー名」、「発生確率」、「エラー重み」のフィールドを所定数有している。「装置重み」のフィールドには、装置がボトルネック装置である場合、すなわちエラーが発生した場合に生産ライン全体の生産時間に与える影響が大きい装置である場合に、大きな値となる装置重み指標値が格納される。「エラー重み」のフィールドには、各エラーの重要度を示すエラー重み指標値が格納される。なお、エラー重み指標値は、重要度が高いほど大きな値を示すものとする。図5（b）によれば、生産装置1の装置重み指標値が W_1 であり、生産装置1においてエラーが発生する確率が x_a であり、そのうち、エラーが発生する確率が P_1 、エラーが発生する確率が P_2 、エラーが発生する確率が P_3 であり、エラーが発生しない確率が $1-x_a$ であることが定義されている。さらに、図5（b）によれば、エラー1のエラー重み指標値が W_{11} 、エラー2のエラー重み指標値が W_{12} 、エラー3のエラー重み指標値が W_{13} と定義されている。なお、前述のように、生産装置テーブル134は、生産対象ごとに用意されているため、生産対象が異なれば、装置重み指標値や発生するエラーの種類やエラーの発生確率、エラー重み指標値は異なる。なお、各確率は、管理者等が予め入力してもよいし、実際のエラー発生率の推移に基づいて、各確率を変更してもよい。

30

40

【0021】

エラーパス抽出部110は、エラーパスを特定する際には、生産対象ごとに、生産装置テーブル134の「エラー名」を参照して、各生産装置において発生する可能性のあるエラーを特定する。そして、各生産装置において発生する可能性のあるエラーの組み合わせ（エラーパス）を全通り特定する。すなわち、図6に模式的に示すように、各生産装置の

50

エラー（エラーなしも含む）を１つずつ選択し、エラーの組み合わせを全通り特定する。

【 0 0 2 2 】

また、エラーパス抽出部 1 1 0 は、全エラーパスについての発生確率を算出する。この場合、エラーパス抽出部 1 1 0 は、各生産装置で発生するエラーの発生確率や、エラーが発生しない確率の積を算出し、各エラーパスの発生確率とする。例えば、生産装置 1 のエラーが、生産装置 2 のエラーが、... の場合、発生確率は、 $P \times P \times \dots$ となる。

【 0 0 2 3 】

そして、エラーパス抽出部 1 1 0 は、算出した各エラーパスの発生確率が所定の閾値よりも大きいものを抽出する。これにより、全エラーパスの中から発生確率が高いエラーパスを絞り込むことができる。なお、閾値を用いて、発生確率が高いエラーパスを抽出する場合に限らず、例えば全エラーパスのうち、発生確率の高さが所定順位以上のエラーパスを抽出するようにしてもよい。

【 0 0 2 4 】

指標値算出部 1 1 2 は、エラーパス抽出部 1 1 0 において抽出されたエラーパスの重みを定める指標値を算出する。具体的には、指標値算出部 1 1 2 は、抽出されたエラーパスにおいてエラーが発生するとされた生産装置を特定し、特定した生産装置の装置重み指標値を生産装置テーブル 1 3 4 から読み出して合計し、第 1 の指標値 H_1 とする。また、指標値算出部 1 1 2 は、抽出されたエラーパスにおいて発生するとされたエラーを特定し、特定したエラーのエラー重み指標値を合計して第 2 の指標値 H_2 とする。

【 0 0 2 5 】

そして、指標値算出部 1 1 2 は、算出した第 1 の指標値 H_1 と第 2 の指標値 H_2 に基づいて、エラーパスの重みを定める指標値 U （以下、「エラーパス重み指標値」と呼ぶ）を算出する。この場合、エラーパス重み指標値 U は、例えば、第 1 の指標値 H_1 に所定の第 1 の係数 k_1 をかけた値と、第 2 の指標値 H_2 に所定の第 2 の係数 k_2 をかけた値の合計値（ $k_1 \times H_1 + k_2 \times H_2$ ）などとすることができる。

【 0 0 2 6 】

特定部 1 1 4 は、指標値算出部 1 1 2 が算出したエラーパス重み指標値に基づいて、エラーパス抽出部 1 1 0 が抽出したエラーパスの中から、作業者を割当て対象とするエラーパスを特定する。この場合、特定部 1 1 4 は、例えば、指標値が所定の閾値以上のエラーパスを、作業者を割当て対象のエラーパスとして特定する。ただし、これに限らず、特定部 1 1 4 は、全エラーパスのうち指標値が上位所定順位までに含まれるエラーパスを、作業者を割当て対象のエラーパスとして特定してもよい。

【 0 0 2 7 】

割当て部 1 1 6 は、作業者 DB 1 3 2 を参照して、特定部 1 1 4 が特定したエラーパスそれぞれについて、作業者を割当てる。

【 0 0 2 8 】

ここで、作業者 DB 1 3 2 は、図 5 (a) に示すようなデータ構造を有する。具体的には、作業者 DB 1 3 2 は、「作業者」、「定位置」、「歩行速度」、「担当装置」、「作業時間 1」、「作業時間 2」、「作業時間 3」、... の各フィールドを有する。「作業者」のフィールドには、作業者の識別情報が格納され、「定位置」のフィールドには、作業者の定位置の情報が格納されている。作業者の定位置は、作業者が頻繁に存在している位置であり、作業者の位置情報の推移に基づいて決定してもよいし、管理者等が予め登録してもよい。「歩行速度」のフィールドには、作業者毎の平均歩行速度が格納される。なお、平均歩行速度は、作業者が移動しているときに取得された位置情報の推移に基づいて、算出してもよいし、管理者等が予め登録した値であってもよいし、作業者の身長や性別、年齢等に基づいて自動的に算出した値であってもよい。なお、平均歩行速度は、所定期間ごとに更新してもよい。「担当装置」のフィールドには、作業者それぞれが作業を行うことが可能な生産装置の識別情報が格納される。例えば、図 5 (a) では、作業者 A は、生産装置 1, 2, 3 のエラー対応作業が可能であることが示されている。ここで、「担当装置」のフィールドには、各作業者から申告された情報を格納してもよいし、各作業者の位置

10

20

30

40

50

情報の履歴に基づいて、所定時間以上生産装置の前にとどまっていた作業者を特定し、特定した作業者を該生産装置のエラー対応作業が可能な作業者と定めてもよい。「作業時間1」、「作業時間2」、「作業時間3」...は、「担当装置」のフィールドに格納されている生産装置のエラー対応作業に要する時間が格納されている。図5(a)からは、例えば、作業者Aは、生産装置1のエラー対応作業に平均38[min]を要し、生産装置2のエラー対応作業に平均26[min]を要し、生産装置3のエラー対応作業に平均22[min]を要することがわかる。ここで、「作業時間1」、「作業時間2」等のフィールドには、各作業者から申告された情報を格納してもよい。また、各作業者の位置情報の履歴に基づいて、各作業者が各生産装置の前にとどまっていた時間を算出し、算出した時間を作業時間として格納してもよい。なお、作業者DB132においては、各生産装置のエラーの種類ごとに、エラー対応作業に要する時間を格納してもよい。

10

【0029】

割当て部116は、作業者の割当て結果を割当てDB136(図5(c)参照)に格納する。ここで、割当てDB136には、図5(c)に示すように、各エラーパスの生産対象と、各エラーパスにおける各生産装置のエラーの情報とが格納されるとともに、エラー対応作業に割当てられた作業者の情報が格納される。

【0030】

図4に戻り、エラー受信部118は、エラー検出装置10のエラー検出部11においてエラーが検出され、送受信装置40を介してエラーの情報が送信されてくると、エラーの情報を受信して、送信部120に通知する。

20

【0031】

送信部120は、エラー受信部118からエラーの情報を受信すると、割当てDB136を参照して、発生したエラーの組み合わせと合致するエラーパスを抽出する。そして、送信部120は、発生したエラーに割当てられている作業者の情報を工場内システム60(指示端末30)に対して送信(出力)する。なお、割当てDB136に、発生したエラーの組み合わせと合致するエラーパスの情報がない場合がある。このような場合には、送信部120は、その旨を割当て部116に通知する。通知を受けた割当て部116は、発生したエラーの情報と、作業者DB132の情報とに基づいて、発生したエラーの対応作業を実行する作業者を決定し、決定した作業者の情報を送信部120に送信する。送信部120は、割当て部116から受信した作業者の情報を指示端末30に対して送信する。

30

【0032】

(処理について)

以下、サーバ70の処理について、詳細に説明する。図7には、生産ラインが1日の操業を開始する前のタイミングにおいて、サーバ70が実行する処理のフローチャートが示され、図8には、生産ラインが操業している間に、サーバ70が実行する処理のフローチャートが示されている。

【0033】

(図7の処理について)

図7の処理では、まず、ステップS10において、エラーパス抽出部110が、生産装置テーブル134のエラー名に基づいて、生産対象ごとに全エラーパスを特定し、発生確率を算出する。図9(a)は、特定したエラーパスと、各エラーパスの発生確率とを簡略化して示す表である。

40

【0034】

次いで、ステップS12では、エラーパス抽出部110が、予め定められている閾値以上の発生確率のエラーパスを抽出する。すなわち、各エラーパスの発生確率 V_a 、 V_b 、...と閾値(V_T)とを比較して、発生確率が閾値(V_T)以上を示すエラーパスを抽出する。図9(b)には、ステップS12で抽出されたエラーパスの一例が示されている。

【0035】

次いで、ステップS14では、指標値算出部112が、抽出したエラーパス重み指標値

50

を算出する。この場合、前述したように、指標値算出部 112 は、図 9 (b) のエラーパスにおいてエラーが発生するとされている生産装置の装置重み指標値の合計 (第 1 の指標値 H_1) を算出するとともに、抽出されたエラーパスにおいて発生するとされているエラーのエラー重み指標値の合計 (第 2 の指標値 H_2) を算出する。そして、指標値算出部 112 は、第 1 の指標値 H_1 と第 2 の指標値 H_2 とからエラーパス重み指標値 U を算出する。図 9 (b) の最下行には、各エラーパスのエラーパス重み指標値 U_a 、 U_b 、... が示されている。

【 0036 】

次いで、ステップ S16 では、特定部 114 は、図 9 (b) のエラーパスのうち、エラーパス重み指標値 U_a 、 U_b 、... が予め定められている閾値 (UT) 以上であるエラーパスを特定する。図 9 (c) には、ステップ S16 の結果、特定されたエラーパスの一例が示されている。

10

【 0037 】

次いで、ステップ S18 では、割当て部 116 が、ステップ S16 で特定されたエラーパスのうち、未選択のエラーパスの 1 つを選択する。例えば、割当て部 116 は、図 9 (c) のエラーパス a を選択するものとする。

【 0038 】

次いで、ステップ S20 では、割当て部 116 が、作業員 DB132 からデータを読み込む。

【 0039 】

20

次いで、ステップ S22 では、割当て部 116 が、選択したエラーパスにおいてエラーが発生するとされている生産装置に作業員を割当てる。具体的には、割当て部 116 は、作業員 DB132 の「担当装置」に基づいて、エラーが発生するとされている生産装置のエラー対応作業を担当可能な作業員を 1 人ずつ特定する。

【 0040 】

次いで、ステップ S24 では、割当て部 116 が、生産完了時刻を算出する。具体的には、割当て部 116 は、特定した作業員の定位置の情報を作業員 DB132 から読み込む。そして、割当て部 116 は、各作業員とエラー対応作業を行う生産装置との間の距離 (道のり) L [m] を算出する。なお、道のりを算出する場合、工場内のレイアウト情報 (通路の情報等) に基づいて、作業員とエラーが発生した生産装置との間の最短の道のりを算出するようにすればよい。また、割当て部 116 は、エラー対応作業を行う生産装置へ各作業員が向かう際の歩行速度 a [m / min] や、生産装置のエラー対応作業に要する作業時間 (b [min]) を作業員 DB132 から取得し、移動に要する時間 (L / a [min]) と、各作業員の作業時間 (b [min]) と、作業員が移動を開始するまでの時間 (作業員が前の作業を終えるまでの時間) (c [min]) と、の合計時間をエラー対応作業に要する時間とする。なお、エラー対応作業に割当てられた作業員が別の生産装置のエラー対応作業を行っていない作業員である場合には、 c [min] は、0 [min] となる。そして、割当て部 116 は、元々の生産完了予定時刻に、エラー対応作業に要する時間を加算することで、生産完了時刻を求める。

30

【 0041 】

40

次いで、ステップ S26 では、割当て部 116 が、生産完了時刻は所定範囲内か否かを判断する。このステップ S26 の判断が否定された場合には、ステップ S22 に戻り、ステップ S22 ~ S26 の処理を繰り返す。この場合、エラー対応作業を実行する作業員を微調整しながら (例えば作業員を 1 人ずつ変更しながら)、ステップ S22 ~ S26 の処理を繰り返す。そして、ステップ S26 の判断が肯定された場合には、ステップ S28 に移行する。なお、ステップ S22 ~ S26 を所定回数繰り返してもステップ S26 の判断が肯定されない場合には、そのエラーパスに関する処理を終了して、ステップ S28 に移行してもよい。あるいは、エラー対応作業に要する時間が最も短い割当てを、そのエラーパスにおける作業員割当てとして扱うこととしてもよい。

【 0042 】

50

ステップS 2 6の判断が肯定されて、ステップS 2 8に移行すると、割当て部 1 1 6は、ステップS 2 2 ~ S 2 6の繰り返し処理により得られた作業員割当て情報を割当てDB 1 3 6に格納する(図5(c)参照)。

【0043】

次いで、ステップS 3 0では、割当て部 1 1 6が、全エラーパスを選択済みか否かを判断する。このステップS 3 0の判断が否定された場合には、ステップS 1 8に戻り、ステップS 1 8以降の処理を繰り返し実行する。一方、ステップS 3 0の判断が肯定された場合には、図7の全処理を終了する。図7の全処理が終了した段階では、図5(c)の割当てDB 1 3 6に、図9(c)のエラーパスについての作業員割当ての情報が格納されることになる。

10

【0044】

(図8の処理について)

次に、図8の処理について詳細に説明する。

【0045】

図8の処理では、まず、ステップS 1 0 0において、送信部 1 2 0が、エラーが発生したか否かを判断する。この場合、エラー受信部 1 1 8において、生産装置のエラー検出装置 1 0で検出されたエラーの情報が受信され、エラー受信部 1 1 8から該エラーの情報が送信部 1 2 0に送信されると、ステップS 1 0 0の判断が肯定される。なお、ステップS 1 0 0の判断が否定された場合には、ステップS 1 0 0の処理を繰り返し実行するが、肯定された場合には、ステップS 1 0 2に移行する。

20

【0046】

ステップS 1 0 2に移行すると、送信部 1 2 0は、割当てDB 1 3 6を参照して、発生したエラーの組み合わせと合致するエラーパスが割当てDB 1 3 6に存在するか否かを判断する。このステップS 1 0 2の判断が肯定された場合には、ステップS 1 0 4に移行する。

【0047】

ステップS 1 0 4に移行すると、送信部 1 2 0は、割当てDB 1 3 6から、発生したエラーの組み合わせと合致するエラーパスに割当てられている作業員の情報を取得し、指示端末 3 0に対して出力する。指示端末 3 0では、エラー対応作業を行うべき作業員の情報を出力(表示等)する。これにより、各作業員は、いずれの作業員がエラー対応作業を行うべきかを確認することができる。

30

【0048】

一方、ステップS 1 0 2の判断が否定された場合には、ステップS 1 0 6に移行し、送信部 1 2 0は、割当て部 1 1 6に指示を出し、作業員の位置情報と、作業員DB 1 3 2の情報とに基づいてエラー対応作業に割当てする作業員を特定させ、特定結果を指示端末 3 0に対して出力する。この場合、割当て部 1 1 6は、例えば、作業員の現在の位置を位置検出装置 2 0から取得し、作業員DB 1 3 2に格納されている「歩行速度」や、「担当装置」、「作業時間」の情報に基づいて、ステップS 2 2 ~ S 2 6と同様にして、エラー対応作業に割当てする作業員を特定する。

【0049】

ステップS 1 0 4又はステップS 1 0 6の処理が終了すると、図8の全処理が終了するが、終了した後も、図8の処理は繰り返し実行されるようになっている。

40

【0050】

以上、詳細に説明したように、本実施形態によると、エラーパス抽出部 1 1 0は、生産ラインに含まれる複数の生産装置において生産対象が順次処理される間に発生する可能性のあるエラーパスを複数抽出し(S 1 2)、指標値算出部 1 1 2は、生産装置テーブル 1 3 4を参照して、抽出したエラーパスそれぞれが生産時間に与える影響の大きさを示す指標値(エラーパス重み指標値)を算出する(S 1 4)。そして、特定部 1 1 4は、算出した指標値に基づいて、抽出したエラーパスから、生産時間に影響するエラーパスを特定し(S 1 6)、割当て部 1 1 6は、特定したエラーパスごとに、エラー対応作業を行う作業

50

者の割当てを行う（S 1 8 ~ S 2 6）。これにより、本実施形態では、早急にエラー対応作業が必要なエラーの組み合わせに対する作業者の割当ての最適化を事前に行っておくことができる。これにより、実際に生産装置において早急に対応すべきエラーが発生したときに、作業者に対して早急に対応指示を出すことが可能となる。また、本実施形態では、生産装置テーブル 1 3 4 が生産対象ごとに用意されているため、生産対象ごとに、作業者の割当てを行うエラーパスとして適切なエラーパスを特定することができる。

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態によると、エラーパス抽出部 1 1 0 は、発生する可能性のある全てのエラーパスを特定し（S 1 0、図 9（a））、生産装置テーブル 1 3 4 を参照して、エラーパスそれぞれの発生確率を算出し（S 1 0、図 9（a））、算出した発生確率に基づいて、特定したエラーパスから、発生しやすいエラーパスを複数抽出する（S 1 2、図 9（b））。このように、本実施形態では、発生しやすく、生産時間に与える影響が大きいエラーパスを抽出して、作業者の割当てを決定することとしているので、特定したエラーパスのすべてについての作業者の割当てを決定する場合に比べ、作業者割当て作業の効率化を図ることが可能となる。

10

【 0 0 5 2 】

また、本実施形態では、エラーパス重み指標値は、生産ラインにおいてボトルネックとなる生産装置にエラーが発生するエラーの組み合わせほど、生産時間に与える影響の大きさが大きい指標値（第 1 の指標値）を含んでいる。これにより、ボトルネックの生産装置におけるエラーの発生有無を考慮して、作業者を事前に割当てしておくべきエラーパスを特定することができる。

20

【 0 0 5 3 】

また、本実施形態では、エラーパス重み指標値は、エラーパスに含まれるエラーの種類に基づく指標値（第 2 の指標値）を含んでいる。このため、発生するエラーの種類を考慮して、作業者を事前に割当てしておくべきエラーパスを特定することができる。

【 0 0 5 4 】

また、割当て部 1 1 6 は、作業者の作業能力に関するデータ（作業者 DB 1 3 2 の「担当装置」及び「作業時間」の情報）と、作業者が生産装置まで移動するのに要する時間（作業者 DB 1 3 2 の「歩行速度」から求まる時間）と、に基づいて、作業者の割当てを決定する。したがって、作業者の割当てを作業者の作業能力や移動能力に基づいて、適切に決定することができる。

30

【 0 0 5 5 】

なお、上記実施形態では、エラーパスの発生確率に基づいて、発生確率が閾値以上のエラーパスを抽出した後（S 1 0、S 1 2）、抽出したエラーパスのうちエラーパス重み指標値が閾値以上のエラーパスを特定する（S 1 4、S 1 6）場合について説明した。しかしながら、これに限られるものではなく、エラーパス重み指標値が閾値以上のエラーパスを特定した後、特定したエラーパスから、発生確率が閾値以上のエラーパスを抽出することとしてもよい。なお、上記実施形態においては、ステップ S 1 0、S 1 2 を省略してもよい。すなわち、全てのエラーパスから、エラーパス重み指標値が閾値以上のエラーパスを特定し、特定したエラーパスについて、作業者の割当て処理を行うこととしてもよい。

40

【 0 0 5 6 】

また、上記実施形態では、発生確率とエラーパス重み指標値とを別々に扱う場合について説明したが、これに限らず、発生確率とエラーパス重み指標値とを複合した指標値、例えば発生確率に所定の係数をかけた値とエラーパス重み指標値に所定の係数をかけた値との合計値などに基づいて、作業者を割当てるエラーパスを抽出するようにしてもよい。

【 0 0 5 7 】

なお、上記実施形態では、エラーパス重み指標値が第 1 の指標値と第 2 の指標値から求まる指標値である場合について説明したが、これに限らず、エラーパス重み指標値は、第 1 の指標値そのものであってもよいし、第 2 の指標値そのものであってもよい。

【 0 0 5 8 】

50

なお、上記実施形態では、サーバ70が工場外に存在する場合について説明したが、これに限らず、サーバ70は、工場内（工場内システム60内）に設けられてもよい。

【0059】

なお、上記の処理機能は、コンピュータによって実現することができる。その場合、処理装置が有すべき機能の処理内容を記述したプログラムが提供される。そのプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体（ただし、搬送波は除く）に記録しておくことができる。

【0060】

プログラムを流通させる場合には、例えば、そのプログラムが記録されたDVD（Digital Versatile Disc）、CD-ROM（Compact Disc Read Only Memory）などの可搬型記録媒体の形態で販売される。また、プログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することもできる。

10

【0061】

プログラムを実行するコンピュータは、例えば、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、自己の記憶装置に格納する。そして、コンピュータは、自己の記憶装置からプログラムを読み取り、プログラムに従った処理を実行する。なお、コンピュータは、可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することもできる。また、コンピュータは、サーバコンピュータからプログラムが転送されるごとに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することもできる。

20

【0062】

上述した実施形態は本発明の好適な実施の例である。但し、これに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変形実施可能である。

【0063】

なお、以上の実施形態の説明に関して、更に以下の付記を開示する。

（付記1） 生産ラインに含まれる複数の生産装置において生産対象が順次処理される間に発生するエラーの組み合わせを複数抽出し、

エラーが前記生産ラインの生産時間に与える影響の大きさを示す指標を前記生産対象ごとに記憶する第1記憶部を参照して、抽出した前記エラーの組み合わせそれぞれが前記生産時間に与える影響の大きさを示す指標を算出し、

30

抽出した前記エラーの組み合わせから、算出した指標が第1の条件を満たすエラーの組み合わせを特定し、

特定したエラーの組み合わせごとに、エラーに対応する作業者の割当てを決定する、処理をコンピュータに実行させるための生産計画生成プログラム。

（付記2） 前記抽出する処理では、

発生する可能性のある全てのエラーの組み合わせを特定し、

エラーの発生確率を前記生産対象ごとに記憶する第2記憶部を参照して、前記エラーの組み合わせそれぞれの発生確率を算出し、

40

特定した前記エラーの組み合わせから、算出した前記発生確率が第2の条件を満たすエラーの組み合わせを複数抽出する、ことを特徴とする付記1に記載の生産計画生成プログラム。

（付記3） 前記指標は、前記生産ラインにおいてボトルネックとなる生産装置にエラーが発生するエラーの組み合わせほど、前記生産時間に与える影響が大きいことを示す指標を含むことを特徴とする付記1又は2に記載の生産計画生成プログラム。

（付記4） 前記指標は、前記エラーの組み合わせに含まれるエラーの種類に基づく指標を含む、ことを特徴とする付記1～3のいずれかに記載の生産計画生成プログラム。

（付記5） 前記割当てを決定する処理では、前記作業者の作業能力に関するデータと、前記作業者が生産装置まで移動するのに要する時間と、に基づいて、前記作業者の割当て

50

を決定する、ことを特徴とする付記 1 ~ 4 のいずれかに記載の生産計画生成プログラム。
 (付記 6) 生産ラインに含まれる複数の生産装置において生産対象が順次処理される間に発生するエラーの組み合わせを複数抽出し、

エラーが前記生産ラインの生産時間に与える影響の大きさを示す指標を前記生産対象ごとに記憶する第 1 記憶部を参照して、抽出した前記エラーの組み合わせそれぞれが生産時間に与える影響の大きさを示す指標を算出し、

抽出した前記エラーの組み合わせから、算出した指標が第 1 の条件を満たすエラーの組み合わせを特定し、

特定したエラーの組み合わせごとに、エラーに対応する作業者の割当てを決定する、処理をコンピュータが実行することを特徴とする生産計画生成方法。

10

(付記 7) 生産ラインに含まれる複数の生産装置において生産対象が順次処理される間に発生するエラーの組み合わせを複数抽出する抽出部と、

エラーが前記生産ラインの生産時間に与える影響の大きさを示す指標を前記生産対象ごとに記憶する第 1 記憶部を参照して、前記抽出部が抽出した前記エラーの組み合わせそれぞれが生産時間に与える影響の大きさを示す指標を算出する算出部と、

前記抽出部が抽出した前記エラーの組み合わせから、前記算出部が算出した指標が第 1 の条件を満たすエラーの組み合わせを特定する特定部と、

前記特定部が特定したエラーの組み合わせごとに、エラーに対応する作業者の割当てを決定する決定部と、

を備える生産計画生成装置。

20

(付記 8) 前記抽出部は、

発生する可能性のある全てのエラーの組み合わせを特定し、

エラーの発生確率を生産対象ごとに記憶する第 2 記憶部を参照して、前記エラーの組み合わせそれぞれの発生確率を算出し、

算出した前記発生確率に基づいて、特定した前記エラーの組み合わせから、発生しやすいエラーの組み合わせを複数抽出する、ことを特徴とする付記 7 に記載の生産計画生成装置。

(付記 9) 前記指標は、前記生産ラインにおいてボトルネックとなる生産装置にエラーが発生するエラーの組み合わせほど、前記生産時間に与える影響の大きさが大きい指標を含むことを特徴とする付記 7 又は 8 に記載の生産計画生成装置。

30

(付記 10) 前記指標は、前記エラーの組み合わせに含まれるエラーの種類に基づく指標を含む、ことを特徴とする付記 7 ~ 9 のいずれかに記載の生産計画生成装置。

(付記 11) 前記決定部は、前記作業者の作業能力に関するデータと、前記作業者が生産装置まで移動するのに要する時間と、に基づいて、前記作業者の割当てを決定する、ことを特徴とする付記 7 ~ 10 のいずれかに記載の生産計画生成装置。

【符号の説明】

【 0 0 6 4 】

7 0 サーバ (生産計画生成装置)

1 1 0 エラーパス抽出部 (抽出部)

1 1 2 指標値算出部 (算出部)

40

1 1 4 特定部

1 1 6 割当て部 (決定部)

1 3 4 生産装置テーブル (第 1 記憶部、第 2 記憶部)

【図1】

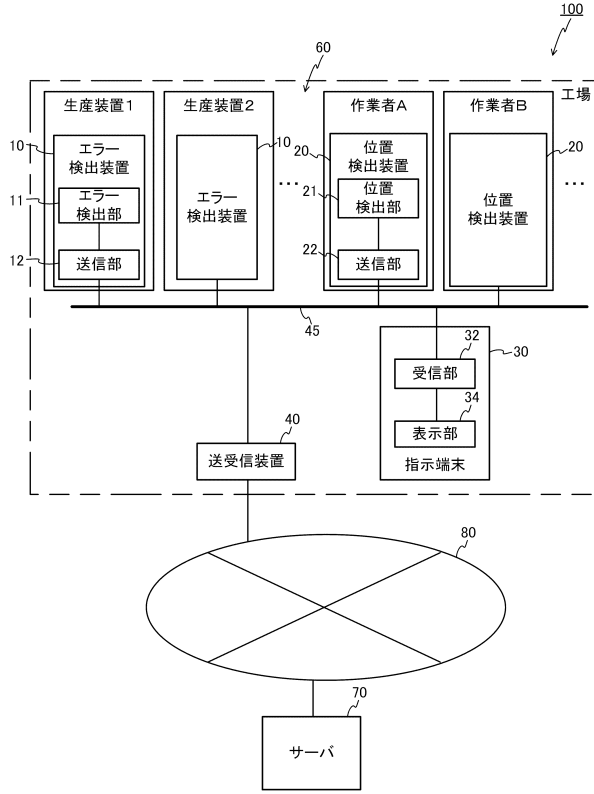


図1

【図2】

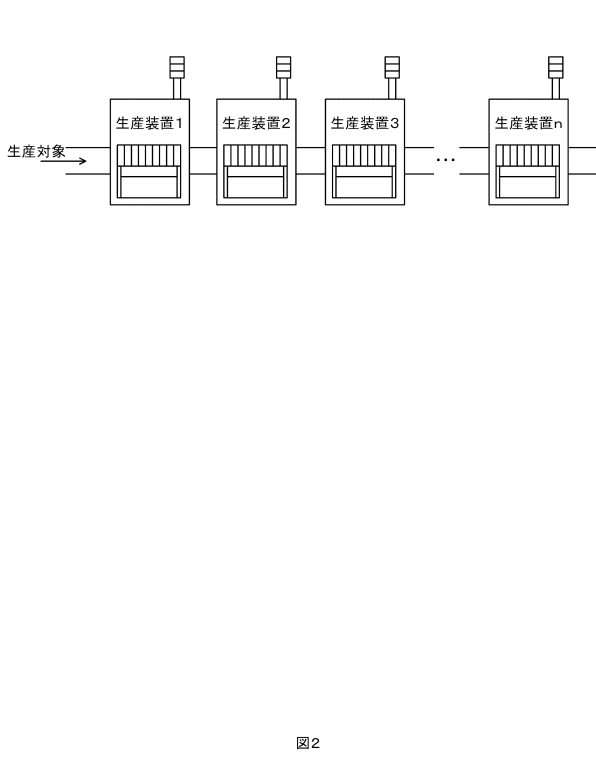


図2

【図3】

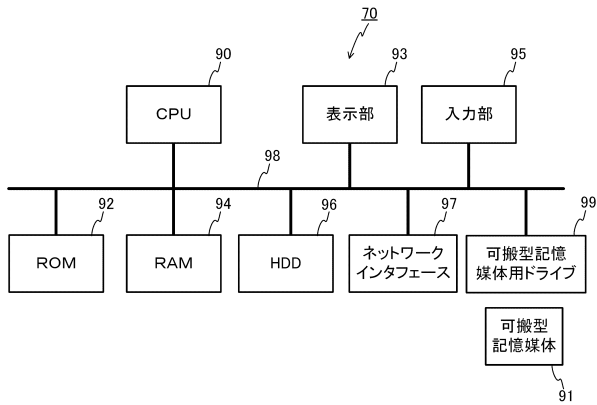


図3

【図4】

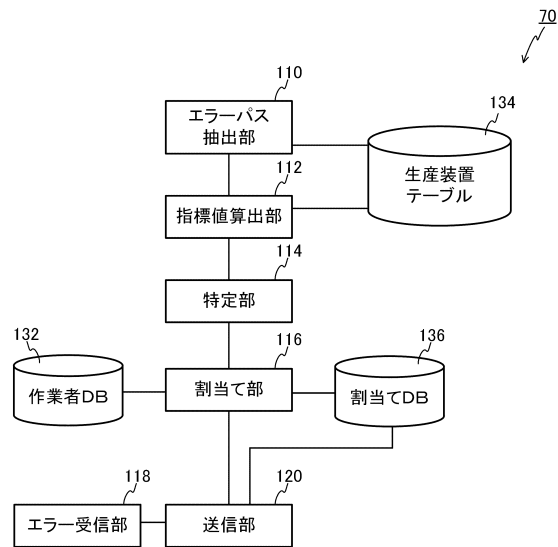


図4

【図5】

(a) <作業員DB132>

作業員	定位置	歩行速度	担当装置	作業時間1	作業時間2	作業時間3	...
A	pa	13	1, 2, 3	38	26	22	...
B	pb	18	4, 5	33	36		...
C	pc	15	1, 2, 3	18	35	30	...
...

(b) <生産装置テーブル134>
<生産対象A>

生産装置	装置重み	エラーあり確率x	エラーなし確率(1-x)	エラー名	発生確率	エラー重み	エラー名	発生確率	エラー重み	エラー名	発生確率	エラー重み	...
1	W1	xa	1-xa	α	$P\alpha$	$W\alpha$	β	$P\beta$	$W\beta$	γ	$P\gamma$	$W\gamma$...
2	W2	xb	1-xb	δ	$P\delta$	$W\delta$	ϵ	$P\epsilon$	$W\epsilon$	-	-	-	...
...

(c) <割当てDB136>

生産装置	エラーバスa		エラーバスb		...
	エラー	作業員	エラー	作業員	
1	α	A	α	A	...
2	δ	B	ϵ	B	...
...

図5

【図6】

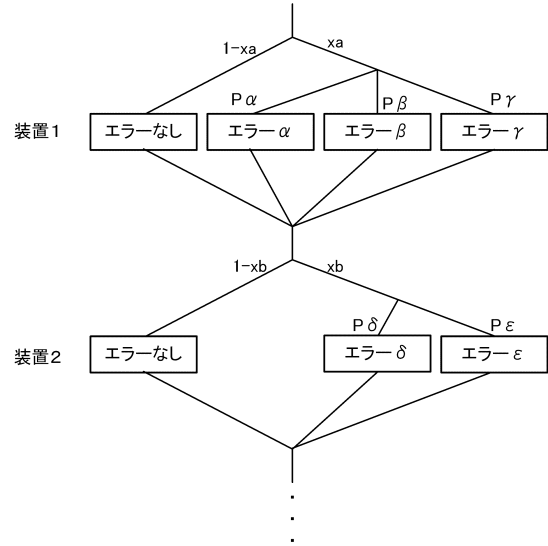


図6

【図7】

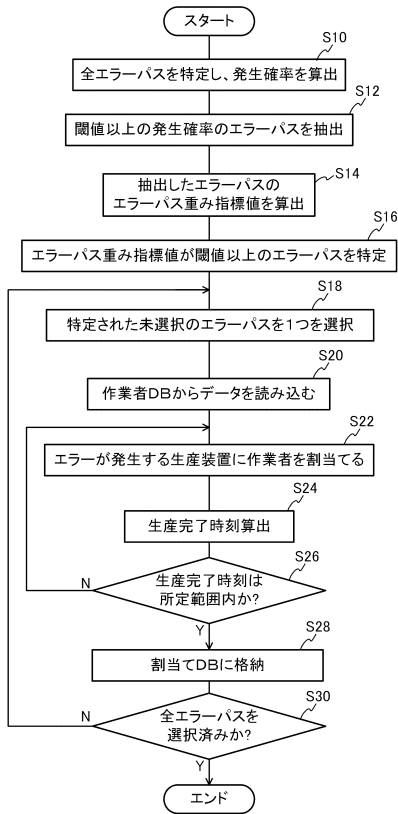


図7

【図8】

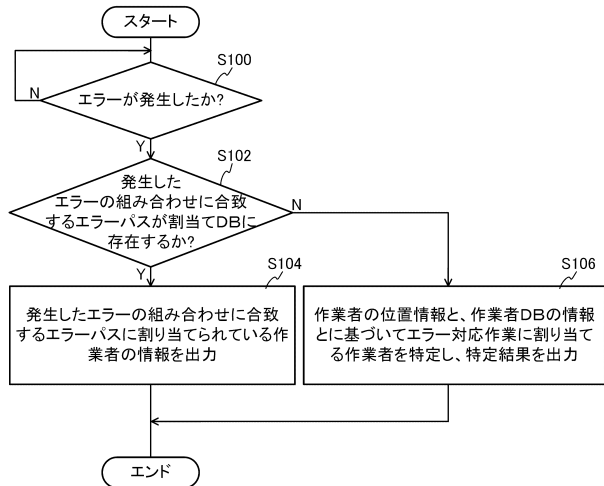


図8

【図9】

(a)

エラーバスID	a	b	c	d	e	f	...
生産対象	A	A	A	A	A	A	...
生産装置1	α	α	α	β	β	β	...
生産装置2	δ	ε	-	δ	ε	-	...
...
発生確率	Va	Vb	Vc	Vd	Ve	Vf	...

(b)

エラーバスID	a	b	e	...
生産対象	A	A	A	...
生産装置1	α	α	β	...
生産装置2	δ	ε	ε	...
...
エラーバス 重み指標値	Ua	Ub	Ue	...

(c)

エラーバスID	a	b	...
生産対象	A	A	...
生産装置1	α	α	...
生産装置2	δ	ε	...
...
エラーバス 重み指標値	Ua	Ub	...

図9

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-134335(JP,A)
特開2006-039650(JP,A)
特開2006-277370(JP,A)
特表2002-504726(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05B 19/418
G06Q 50/04