

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6788694号
(P6788694)

(45) 発行日 令和2年11月25日(2020.11.25)

(24) 登録日 令和2年11月4日(2020.11.4)

(51) Int.Cl.

F 1

H05K 13/00 (2006.01)

H05K 13/00

Z

H05K 13/04 (2006.01)

H05K 13/04

Z

G05B 19/418 (2006.01)

G05B 19/418

Z

請求項の数 2 (全 15 頁)

| | | | |
|------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2019-8935 (P2019-8935) | (73) 特許権者 | 000237271 |
| (22) 出願日 | 平成31年1月23日 (2019.1.23) | 株式会社 F U J I | |
| (62) 分割の表示 | 特願2017-507274 (P2017-507274) の分割 | 愛知県知立市山町茶唯山19番地 | |
| 原出願日 | 平成27年3月26日 (2015.3.26) | (74) 代理人 | 110000604 |
| (65) 公開番号 | 特開2019-71477 (P2019-71477A) | 特許業務法人 共立 | |
| (43) 公開日 | 令和1年5月9日 (2019.5.9) | (72) 発明者 | 安井 義博 |
| 審査請求日 | 平成31年1月23日 (2019.1.23) | 愛知県知立市山町茶唯山19番地 株式会 社 F U J I 内 | |
| 前置審査 | | (72) 発明者 | 小林 仁志 愛知県知立市山町茶唯山19番地 株式会 社 F U J I 内 |
| | | 審査官 | 板澤 敏明 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】部品実装ラインの最適化装置および部品実装ラインの最適化方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を装着実施位置に搬入し位置決めし搬出する基板搬送装置と、部品を順次供給する部品供給装置と、吸着ノズルを使用して前記部品供給装置から前記部品を吸着し位置決めされた前記基板に装着する部品移載装置と、を備える部品実装機が複数台直列に配置された部品実装ラインで前記基板を生産する際に、設定変更可能な処理条件であって前記基板の搬送速度および搬送加速度、ならびに前記吸着ノズルの動作速度および加速度のうちの少なくとも一つの前記処理条件に基づいて、生産に関する最適化処理を実施する部品実装ラインの最適化装置であって、

各前記部品実装機が前記最適化処理によって割り振られた部品種の前記部品を1枚の前記基板に装着するのに要するサイクルタイムを、オペレータにより設定された前記処理条件に基づいてそれぞれ演算するサイクルタイム演算部と、

前記部品の吸着および装着に許容される最大値とする仮想された前記処理条件を含む装着実施条件を設定し、各前記部品実装機が前記最適化処理によって割り振られた部品種の前記部品を1枚の前記基板に装着できる最短サイクルタイムを前記装着実施条件に基づいてそれぞれ演算する最短タイム演算部と、

各前記部品実装機について前記サイクルタイムが前記最短サイクルタイムに近づく度合いを表す動作効率をそれぞれ演算する動作効率演算部と、

前記動作効率を表示する動作効率表示部と、を備える部品実装ラインの最適化装置。

【請求項 2】

10

20

基板を装着実施位置に搬入し位置決めし搬出する基板搬送装置と、部品を順次供給する部品供給装置と、吸着ノズルを使用して前記部品供給装置から前記部品を吸着し位置決めされた前記基板に装着する部品移載装置と、を備える部品実装機が複数台直列に配置された部品実装ラインで前記基板を生産する際に、設定変更可能な処理条件であって前記基板の搬送速度および搬送加速度、ならびに前記吸着ノズルの動作速度および加速度のうちの少なくとも一つの前記処理条件に基づいて、生産に関する最適化処理を実施する部品実装ラインの最適化方法であって、

各前記部品実装機が前記最適化処理によって割り振られた部品種の前記部品を1枚の前記基板に装着するのに要するサイクルタイムを、オペレータにより設定された前記処理条件に基づいてそれぞれ演算するサイクルタイム演算ステップと、

前記部品の吸着および装着に許容される最大値とする仮想された前記処理条件を含む装着実施条件を設定し、各前記部品実装機が前記最適化処理によって割り振られた部品種の前記部品を1枚の前記基板に装着できる最短サイクルタイムを前記装着実施条件に基づいてそれぞれ演算する最短タイム演算ステップと、

各前記部品実装機について前記サイクルタイムが前記最短サイクルタイムに近づく度合いを表す動作効率をそれぞれ演算する動作効率演算ステップと、

前記動作効率を表示する動作効率表示ステップと、を備える部品実装ラインの最適化方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、部品実装機が複数台直列に配置された部品実装ラインに関し、特に、部品実装ラインで基板の生産を開始する以前に、設定変更可能な処理条件に基づいて最適化処理を実施する最適化装置、および最適化方法に関する。

【背景技術】

【0002】

多数の部品が実装された基板を生産する設備として、はんだ印刷機、部品実装機、リフロー機、基板検査機などがある。これらの設備を連結して基板生産ラインを構成することが一般的になっている。さらに、部品実装機を複数台直列に配置して、部品実装ラインを構成する場合も多い。部品実装ラインの本来の装置性能を十分に活かして効率的に基板を生産するために、生産開始以前に最適化処理を行う技術が開発されている。最適化処理では、基板に実装する多数の部品を複数台の部品実装機に割り振り、各部品実装機で部品を1枚の基板に装着するのに要するサイクルタイムを短くかつ均等化するように、シミュレーションが行われる。シミュレーションの際に、生産する基板の性状などを考慮して、変更可能な処理条件が設定される。この種の最適化処理に関する技術例が特許文献1および2に開示されている。

【0003】

特許文献1の生産情報自動収集システムは、複数の作業者を順に配置した生産ラインにおいて、作業者毎の作業時間を取得し、作業時間のラインバランス効率を演算して表示する。これによれば、生産中にリアルタイムでラインバランス効率を把握でき、生産を阻害する要因を把握でき、生産効率の改善にリアルタイムで対処できる、とされている。つまり、作業者と部品実装機の違いはあっても、作業負荷の均等化による生産ラインの効率向上という目的は共通しており、評価の指標としてラインバランス効率が用いられている。

【0004】

また、特許文献2の実装タクトの監視方法は、部品実装機から稼動中における実装タクト実績値（サイクルタイムの実績値）を収集して監視し、実装タクト実績値と、部品実装機がロスなく動作した場合の標準実装タクトとに基づきタクトロスを算出し、実装タクト実績値の低下原因を分析する。さらに、実施形態の説明によれば、実装タクト実績値に代えて、実装タクトおよびタクトロスの理論計算を行うことが開示されている。さらに、部品実装ラインにおける実装タクトバランスの理論計算についても開示されており、ライン

10

20

30

40

50

バランス効率がシミュレーションによって求められる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-217451号公報

【特許文献2】特許第3583121号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、部品実装ラインを構成する一部の部品実装機の構造が他と異なって特定部品種の部品が割り振られる場合がある。例えば、多くの部品実装機がフィーダ装置を備え、一部の部品実装機がトレイ装置を備えるライン構成がある。この場合、トレイ装置から供給される大型部品は一部の部品実装機に限定的に割り振られる。また例えば、特定の部品実装機だけが異形用吸着ノズルを有して特殊な異形部品のみが割り振られるライン構成がある。

10

【0007】

このようなライン構成では、特定部品種の部品が割り振られる部品実装機は、部品装着点数が限られてサイクルタイムが小さくなりがちである。これにより、ラインバランス効率が悪化し、最適化処理の評価が難しくなる。また、特定部品種の部品が割り振られる部品実装機では、部品の割り振りを変更できず、ラインバランス効率を向上することが難しい。したがって、最適化結果やラインバランス効率を評価する際に、特定部品種の部品が割り振られる部品実装機を除外して考えるほうがほしい。

20

【0008】

一方、最適化処理の際に設定される処理条件は、常に最適に設定されているとは限らない。例えば、最適化処理に費やすことのできる最適化時間は、過大な処理時間にならないよう、或る上限時間がデフォルト値として定められている。この制約により、優れた最適化結果が得られる以前に最適化処理が打ち切られて生産に移行し、部品実装ラインの本来の装置性能を活かせなくなることが発生しがちであった。また、処理条件は、基板の生産に支障の生じない安全側のデフォルト条件が初期設定され、オペレータの設定し忘れによる弊害が防止されていた。このため、生産する基板の基板種に合わせてオペレータが適切な処理条件を設定すればよいが、デフォルト条件のままで最適化処理が行われることも発生していた。

30

【0009】

さらに、最適化結果が出ても、現場のオペレータは、最適な処理条件が設定されていたか否か不明であるため、最適化結果が良好であるか否かの判断が難く、改善点を見つけることも難しい。結果として、部品実装ラインは、本来の装置性能を活かすことができなくなる。したがって、適切な処理条件を設定して最適化処理を実施し、最適化結果を適正に評価することが極めて重要である。

【0010】

本発明は、上記背景技術の問題点に鑑みてなされたものであり、部品実装ラインで基板の生産を開始する以前に実施する最適化処理の結果を適正に評価して、あるいは最適化処理で可変に設定される処理条件の設定状況を明らかにして、本来の装置性能を活かせるようにした部品実装ラインの最適化装置、および最適化方法を提供することを解決すべき課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の部品実装ラインの最適化装置は、基板を装着実施位置に搬入し位置決めし搬出する基板搬送装置と、部品を順次供給する部品供給装置と、吸着ノズルを使用して前記部品供給装置から前記部品を吸着し位置決めされた前記基板に装着する部品移載装置と、を備える部品実装機が複数台直列に配置された部品実装ラインで前記基板を生産する際に、

50

設定変更可能な処理条件であって前記基板の搬送速度および搬送加速度、ならびに前記吸着ノズルの動作速度および加速度のうちの少なくとも一つの前記処理条件に基づいて、生産に関する最適化処理を実施する部品実装ラインの最適化装置であって、各前記部品実装機が前記最適化処理によって割り振られた部品種の前記部品を1枚の前記基板に装着するのに要するサイクルタイムを、オペレータにより設定された前記処理条件に基づいてそれぞれ演算するサイクルタイム演算部と、前記部品の吸着および装着に許容される最大値とする仮想された前記処理条件を含む装着実施条件を設定し、各前記部品実装機が前記最適化処理によって割り振られた部品種の前記部品を1枚の前記基板に装着できる最短サイクルタイムを前記装着実施条件に基づいてそれぞれ演算する最短タイム演算部と、各前記部品実装機について前記サイクルタイムが前記最短サイクルタイムに近づく度合いを表す動作効率をそれぞれ演算する動作効率演算部と、前記動作効率を表示する動作効率表示部と、を備える。
10

【0012】

また、本発明の部品実装ラインの最適化方法は、基板を装着実施位置に搬入し位置決めし搬出する基板搬送装置と、部品を順次供給する部品供給装置と、吸着ノズルを使用して前記部品供給装置から前記部品を吸着し位置決めされた前記基板に装着する部品移載装置と、を備える部品実装機が複数台直列に配置された部品実装ラインで前記基板を生産する際に、設定変更可能な処理条件であって前記基板の搬送速度および搬送加速度、ならびに前記吸着ノズルの動作速度および加速度のうちの少なくとも一つの前記処理条件に基づいて、生産に関する最適化処理を実施する部品実装ラインの最適化方法であって、各前記部品実装機が前記最適化処理によって割り振られた部品種の前記部品を1枚の前記基板に装着するのに要するサイクルタイムを、オペレータにより設定された前記処理条件に基づいてそれぞれ演算するサイクルタイム演算ステップと、前記部品の吸着および装着に許容される最大値とする仮想された前記処理条件を含む装着実施条件を設定し、各前記部品実装機が前記最適化処理によって割り振られた部品種の前記部品を1枚の前記基板に装着できる最短サイクルタイムを前記装着実施条件に基づいてそれぞれ演算する最短タイム演算ステップと、各前記部品実装機について前記サイクルタイムが前記最短サイクルタイムに近づく度合いを表す動作効率をそれぞれ演算する動作効率演算ステップと、前記動作効率を表示する動作効率表示ステップと、を備える。
20

【発明の効果】

【0013】

上記した部品実装ラインの最適化装置や最適化方法によれば、各部品実装機についてサイクルタイムが最短サイクルタイムに近づく度合いを表す動作効率が演算および表示される。したがって、オペレータは、各部品実装機の動作効率を確認して、最適化処理の結果を適正に評価できる。また、動作効率が低いとき、オペレータは、原因となる処理条件の設定不適正や設定忘れを訂正して最適化処理を再度実施し、優れた最適化結果を得て、部品実装ラインの本来の装置性能を活かすことができる。
30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施形態の最適化装置の対象となる部品実装ラインの構成例を模式的に示す平面図である。
40

【図2】2台の部品実装機を示した斜視図である。

【図3】実施形態の部品実装ラインの最適化装置の装置構成および機能構成を示すブロック図である。

【図4】ラインバランス処理部の処理内容を説明する処理フローの図である。

【図5】ラインバランス処理部の処理結果を例示説明する表示例の図である。

【図6】動作効率処理部の処理結果を例示説明する表示例の図である。

【図7】実効程度処理部の処理結果を例示説明する表示例の図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

(1 . 部品実装ライン 1 および部品実装機 2 の構成例)

まず、部品実装ライン 1 および部品実装機 2 の構成例について、図 1 および図 2 を参考にして説明する。図 1 は、実施形態の最適化装置 7 の対象となる部品実装ライン 1 の構成例を模式的に示す平面図である。図示されるように、部品実装ライン 1 は、10 台の第 1 ~ 第 10 部品実装機 2 1 ~ 2 A が直列に配置されて構成される。図中の左側の第 1 部品実装機 2 1 が上流側、右側の第 10 部品実装機 2 A が下流側となる。また、図中の X Y 座標軸に示されるように、第 1 ~ 第 10 部品実装機 2 1 ~ 2 A に順番に基板 K を搬送する方向を X 軸方向、水平面内で X 軸方向に直交する方向を Y 軸方向とする。図 2 は、2 台の部品実装機 2 を示した斜視図である。部品実装機 2 は、基板搬送装置 3 、部品供給装置 4 、部品移載装置 5 、部品カメラ 6 1 、ノズルステーション 6 2 、および制御装置などが機台 6 9 に組み付けられて構成されている。

【 0016 】

基板搬送装置 3 は、部品実装機 2 の長手方向 (Y 軸方向) の中央付近に配設されている。基板搬送装置 3 は、第 1 搬送装置 3 1 および第 2 搬送装置 3 2 が並設された、いわゆるダブルコンベアタイプの装置である。第 1 および第 2 搬送装置 3 1 、3 2 は、それぞれ図略の一対のガイドレール、一対のコンベアベルト、およびバックアップ装置などを有する。一対のガイドレールは、搬送方向 (X 軸方向) に延在して配置されている。一対のガイドレールの向かい合う内側に、無端環状の一対のコンベアベルトが並設されている。一対のコンベアベルトは、コンベア搬送面に基板 K を戴置して輪転し、基板 K を装着実施位置に搬入および搬出する。装着実施位置の下方には、バックアップ装置が配設されている。バックアップ装置は、基板 K を押し上げて水平姿勢でクランプし、装着実施位置に位置決めする。

【 0017 】

部品供給装置 4 は、部品実装機 2 の長手方向の前部 (図 2 の左前側) に設けられている。部品供給装置 4 は、複数のフィーダ装置 4 1 が列設されて構成されている。フィーダ装置 4 1 は、本体部 4 2 と、本体部 4 2 の後部に回転可能かつ脱着可能に装着された供給リール 4 3 と、本体部 4 2 の先端上部に設けられた部品供給部 4 4 と、を有する。供給リール 4 3 には、部品を一定の間隔で保持したキャリアテープが巻回されている。このキャリアテープの先端が部品供給部 4 4 まで引き出されて部品が供給される。

【 0018 】

部品移載装置 5 は、X 軸方向および Y 軸方向に移動可能ないわゆる X Y ポジットタイプの装置である。部品移載装置 5 は、部品実装機 2 の長手方向の後部 (図 2 の右奥側) から部品供給装置 4 の上方にかけて配設されている。部品移載装置 5 は、ヘッド駆動機構 5 1 および装着ヘッド 5 2 などにより構成されている。装着ヘッド 5 2 は、部品を吸着および装着する 1 本または複数本の吸着ノズルを着脱可能に保持する。ヘッド駆動機構 5 1 は、装着ヘッド 5 2 を X 軸方向および Y 軸方向に駆動する。

【 0019 】

部品カメラ 6 1 は、部品供給装置 4 と第 1 搬送装置 3 1 との間の機台 6 9 の上面に、上向きに設けられている。部品カメラ 6 1 は、装着ヘッド 5 2 が部品供給装置 4 から基板 K 上に移動する途中で、吸着ノズルに吸着されている部品の状態を撮像する。また、部品カメラ 6 1 に隣接して、機台 6 9 上にノズルステーション 6 2 が配設されている。ノズルステーション 6 2 は、複数のノズル保持穴にそれぞれ吸着ノズルを交換可能に保持している。

【 0020 】

図略の制御装置は、基板 K に装着する部品の種類および装着順序、当該の部品を供給するフィーダ装置 4 1 などを指定した装着シーケンスを保持している。制御装置は、部品カメラ 6 1 の撮像データならびに図略のセンサの検出データなどに基づき、装着シーケンスにしたがって部品装着動作を制御する。また、制御装置は、生産完了した基板 K の生産数や、部品の装着に要した装着時間、部品の吸着エラーの発生回数などの稼動状況データを逐次収集して更新する。制御装置は、上部のカバー 6 8 の前側上部に配設されたモニタ装

10

20

30

40

50

置 6 3 を有している。モニタ装置 6 3 は、オペレータに情報を表示するための表示部や、オペレータによる入力設定を行うための入力部をもつ。

【 0 0 2 1 】

部品実装ライン 1 を構成する第 1 ~ 第 9 部品実装機 2 1 ~ 2 9 は、上述した複数のフィーダ装置 4 1 からなる部品供給装置 4 を備えている。最下流の第 1 0 部品供給装置 2 A だけは、トレイ装置 4 7 からなる部品供給装置 4 A を備えている（図 1 示）。トレイ装置 4 7 は、入れ替え可能なトレイ 4 8 に大形の異形部品を載置して供給する。さらに、第 1 0 部品供給装置 2 A の部品移載装置 5 の装着ヘッド 5 2 は、異形部品を吸着する専用の異形用吸着ノズルを保持する。このため、第 1 0 部品供給装置 2 A に割り振られる部品種の種類数および部品点数は、他の第 1 ~ 第 9 部品実装機 2 1 ~ 2 9 と比較して少ない。かつ、第 1 0 部品供給装置 2 A と他の第 1 ~ 第 9 部品実装機 2 1 ~ 2 9 との間では、割り振られる部品種を入れ替えることができない。10

【 0 0 2 2 】

（ 2 . 実施形態の部品実装ラインの最適化装置 7 の構成 ）

次に、実施形態の部品実装ラインの最適化装置 7 の構成について説明する。図 3 は、実施形態の部品実装ラインの最適化装置 7 の装置構成および機能構成を示すブロック図である。最適化装置 7 は、コンピュータ装置 7 1 、およびコンピュータ装置 7 1 上で動作するソフトウェアにより構成される。コンピュータ装置 7 1 は、入力部 7 2 、表示部 7 3 、メモリ部 7 4 、および通信部 7 5 を備えている。入力部 7 2 は、オペレータによる入力設定を行う部位である。表示部 7 3 は、オペレータに情報を表示する部位である。メモリ部 7 4 は、各種ソフトウェアや、ソフトウェア実行時の処理条件、処理結果などを記憶する部位である。通信部 7 5 は、外部メモリ装置や他のコンピュータ装置と、通信を介して情報を授受する部位である。20

【 0 0 2 3 】

本実施形態において、コンピュータ装置 7 1 は、通信部 7 5 を介してジョブデータベース 7 6 に接続されている。第 1 ~ 第 1 0 部品実装機 2 1 ~ 2 A の各モニタ装置 6 3 も、ジョブデータベース 7 6 にアクセス可能となっている。ジョブデータベース 7 6 は、コンピュータ装置 7 1 が最適化処理を実施するときに使用する情報を保持している。例えば、ジョブデータベース 7 6 は、生産する基板 K に関する情報、装着される部品に関する情報、部品実装ライン 1 を構成する第 1 ~ 第 1 0 部品実装機 2 1 ~ 2 A の寸法諸元や性能に関する情報などを保持している。これに限定されず、最適化処理を実施するときに使用する情報は、メモリ部 7 4 に保持されていてもよい。30

【 0 0 2 4 】

最適化装置 7 は、機能的には、処理選択部 8 1 、最適化処理部 8 2 、ラインバランス処理部 8 3 、動作効率処理部 8 4 、実効程度処理部 8 5 、および共通表示部 8 6 を備える。処理選択部 8 1 は、最適化処理部 8 2 、ラインバランス処理部 8 3 、動作効率処理部 8 4 、および実効程度処理部 8 5 のいずれかを選択して実施する部位である。この選択は、オペレータが入力部 7 2 から手動操作して行うことができる。また、処理選択部 8 1 がこの選択を自動で行うようにしてもよい。例えば、ジョブデータベース 7 6 で最適化処理を行うジョブの更新が行われた都度、処理選択部 8 1 は、最適化処理部 8 2 を選択して当該ジョブの最適化処理を実施できる。処理選択部 8 1 は、ラインバランス処理部 8 3 、動作効率処理部 8 4 、および実効程度処理部 8 5 のうち複数を選択して実施することができ、この場合に共通表示部 8 6 が機能する。40

【 0 0 2 5 】

最適化処理部 8 2 は、部品実装ライン 1 で基板 K の生産を開始する以前に、設定変更可能な処理条件に基づいて生産に関する最適化処理を実施する。最適化処理の実施に先立ち、オペレータは処理条件を設定する。設定された処理条件は、メモリ部 7 4 に保持される。オペレータが処理条件を設定しなくても最適化処理が滞りなく実施されるように、メモリ部 7 4 には初めからデフォルト条件が保持されている。デフォルト条件は、基板 K の基板種に関係なく生産に支障が生じないように、安全側の条件が初期設定される。50

【 0 0 2 6 】

設定変更可能な処理条件として、基板Kのハンドリング条件や、部品のハンドリング条件を例示できる。基板Kのハンドリング条件とは、第1～第10部品実装機21～2Aの基板搬送装置3が基板Kを取り扱うときの条件を意味する。基板Kのハンドリング条件として、基板Kの搬送速度および搬送加速度や、バックアップ装置による基板Kの位置決め時の動作条件などが該当する。基板Kの搬送速度および搬送加速度のデフォルト値は、どのような基板種であっても確実な搬送が行われるように、或る程度小さめの値が設定されている。また、基板Kの位置決め時の動作条件のデフォルト値は、基板Kが両面実装基板であって下面に最大高さHmaxの部品が装着済みであっても支障が生じないように、最大高さHmaxを考慮して設定されている。

10

【 0 0 2 7 】

また、部品のハンドリング条件とは、第1～第10部品実装機21～2Aの部品移載装置5が部品を取り扱うときの条件を意味する。部品のハンドリング条件として、部品の吸着に使用する吸着ノズルの種類、吸着ノズルが部品を吸着および装着するときの垂直方向の動作速度および加速度、ならびに、吸着ノズルが部品を吸着した状態で部品供給装置4から装着実施位置の基板Kまで移動するときの水平方向の動作速度および加速度などが該当する。吸着ノズルの種類は、対象部品が吸着保持可能となる最大限の範囲内で設定されている。垂直方向および水平方向の動作速度および加速度は、部品移載装置5における最速値がデフォルト値とされている。ただし、他の機種の部品移載装置に合わせて、デフォルト値と異なる設定値が設定されている場合もある。また、部品移載装置5が使用する吸着ノズルの種類によっても、適切な動作速度、加速度は異なる。

20

【 0 0 2 8 】

ここで、基板Kや部品のハンドリング条件は、必ずしも固定された条件でなく、或る程度の範囲で設定変更を行っても、基板Kの生産は可能である。したがって、実際に生産する基板Kおよび装着される部品の実態に合わせてハンドリング条件を設定変更すると、さらに優れた最適化結果が得られる機会が増加する。これにより、部品実装ライン1の本来の装置性能を活かせるようになる。

【 0 0 2 9 】

さらには、最適化処理に費やすことのできる最適化時間も、設定変更可能な処理条件に含まれる。最適化時間のデフォルト値は、多くの処理時間をかけずにスムーズに生産に移行できるように短い最小時間とされている。しかしながら、生産が急がれない場合には、最適化時間を長く設定変更し、十分な時間をかけて最適化処理を実施するほうが好ましい。

30

【 0 0 3 0 】

最適化処理を実施する対象項目として、例えば、基板Kに装着する多数の部品の部品種および部品点数を第1～第10部品実装機21～2Aに割り振る割り振り方がある。ここで、第10部品実装機2Aは、部品供給装置4Aの構造が他と異なり、割り振られる部品はトレイ装置47から供給される特定の部品種に限定される。これに対して、第1～第9部品実装機21～29に割り振られる部品種に限定は無い。したがって、第1～第9部品実装機21～29に残りの大多数の部品種を適正に割り振り、それぞれのサイクルタイムを短くかつ均等化することが最適化処理の目的となる。

40

【 0 0 3 1 】

また、第1～第10部品実装機21～2Aにそれぞれ割り振られた部品の装着順序や、第1～第9部品実装機21～29のフィーダ装置41の並び順も、最適化処理を実施する対象項目である。部品の装着順序やフィーダ装置41の並び順に依存して、部品移載装置5の動作効率は変動し、サイクルタイムに影響を及ぼす。

【 0 0 3 2 】

最適化処理によって得られた最適化結果は、一時的にメモリ部74に保持される。複数回の最適化処理が行われた場合、最も優れた最適化結果がメモリ部74に保持される。最終的な最適化結果は、通信部75を介して第1～第10部品実装機21～2Aの制御装置

50

まで転送され、基板Kの生産に用いられる。なお、最適化処理の具体的な実施方法に関しては、公知の各種方法を適宜応用できる。

【0033】

(3. ラインバランス処理部83の機能)

ラインバランス処理部83は、最適化処理部82によって得られた最適化結果に基づき、特定の一部の部品実装機を除外してラインバランス効率LBEを演算および表示する。ラインバランス処理部83は、サイクルタイム演算部831、除外機設定部832、バランス効率演算部833、およびバランス効率表示部834を備える。図4は、ラインバランス処理部83の処理内容を説明する処理フローの図である。また、図5は、ラインバランス処理部83の処理結果を例示説明する表示例の図である。

10

【0034】

図4のステップS1で、サイクルタイム演算部831は、各部品実装機21～2Aが最適化処理によって割り振られた部品種の部品を1枚の基板Kに装着するのに要するサイクルタイム t_c をそれぞれ演算する。このとき、サイクルタイム演算部831は、ジョブデータベース76の各種情報に加えて、設定された処理条件を用いる。図5の表示例において棒グラフに示されるように、第1～第9部品実装機21～29の各サイクルタイム t_c は、多少の差異はあっても概ね均等化されている。これに対して、第10部品実装機2Aのサイクルタイム t_c は、他よりもかなり短くなっている。

【0035】

次のステップS2で、除外機設定部832は、特定の一部の部品実装機を以降の演算処理から除外するように設定する。具体的に、除外機設定部832は、サイクルタイム t_c が他より短い部品実装機、割り振られる部品種の種類数または部品点数が他より少ない部品実装機、ならびに、部品供給装置4Aおよび部品移載装置5の少なくとも一方の構造が他と異なって特定部品種の部品が割り振られる部品実装機のいずれかを除外する。除外機設定部832は、いずれの除外条件にも該当する第10部品実装機2Aを除外する。

20

【0036】

なお、除外機の台数は1台に限定されず、複数台であってもよい。例えば、基板Kに装着される部品の総点数が少なく、第8部品実装機28に部品が割り振られない場合がある。すると、第8部品実装機28は、基板Kをスルー搬送するだけになり、サイクルタイム t_c は極めて短くなる。この場合、除外機設定部832は、第8部品実装機28および第10部品実装機2Aを除外する。

30

【0037】

ステップS3～S5で、バランス効率演算部833は、除外されなかった部品実装機のサイクルタイムが均等化されている度合いを表すラインバランス効率LBEを、次の式1により演算する。

$$LBE (\%) = (Tsum \div Tmax) \times 100 \dots \dots \dots \text{(式1)}$$

【0038】

詳細には、ステップS3で、バランス効率演算部833は、除外されなかった第1～第9部品実装機21～29のサイクルタイム t_c を合計した合計値Tsumを算出する。ステップS4で、バランス効率演算部833は、サイクルタイム t_c の最大値Tmaxに、除外されなかった部品実装機の台数Nを乗じてTmaxを算出する。図5の表示例において、サイクルタイム t_c の最大値Tmaxは、第3部品実装機23で発生している。また、除外されなかった第1～第9部品実装機21～29の台数Nは、N=9台である。ステップS5で、バランス効率演算部833は、式1によりラインバランス効率LBEを演算する。

40

【0039】

なお、ラインバランス効率LBEは、式1を変形した次の式2を用いて演算してもよい。

$$LBE (\%) = (tav \div Tmax) \times 100 \dots \dots \dots \text{(式2)}$$

ただし、除外されなかった第1～第9部品実装機21～29のサイクルタイム t_c を平均

50

した平均値 t_{avg} であり、サイクルタイム t_c の最大値 t_{max} (第 3 部品実装機 2 3 の値) である。

【 0 0 4 0 】

次のステップ S 6 で、バランス効率表示部 8 3 4 は、ラインバランス効率 LBE をサイクルタイム t_c の棒グラフと共に表示する。図 5 の表示例で、「 $LBE = 96.5\%$ (N o. 1 0 を除外) 」と表示され、ラインバランス効率 LBE の数値および除外機が示されている。

【 0 0 4 1 】

仮に、第 1 0 部品実装機 2 A を除外しないと、ラインバランス効率 LBE は 92% 程度に悪化する。オペレータは、悪化したラインバランス効率 LBE を見ても、最適化結果の評価が難しい。これに対し、第 1 0 部品実装機 2 A を除外したときの良好なラインバランス効率 LBE 96.5% を見て、オペレータは、第 1 ~ 第 9 部品実装機 2 1 ~ 2 9 のサイクルタイム t_c が概ね均等化されたと適正に評価できる。10

【 0 0 4 2 】

(4 . 動作効率処理部 8 4 の機能)

動作効率処理部 8 4 は、最適化処理部 8 2 によって得られた最適化結果に基づき、第 1 ~ 第 1 0 部品実装機 2 1 ~ 2 A の動作効率 M をそれぞれ演算および表示する。動作効率処理部 8 4 は、サイクルタイム演算部 8 4 1 、最短タイム演算部 8 4 2 、動作効率演算部 8 4 3 、および動作効率表示部 8 4 4 を備える。サイクルタイム演算部 8 4 1 は、ラインバランス処理部 8 3 のサイクルタイム演算部 8 3 1 と同じ演算処理を行い、各部品実装機 2 1 ~ 2 A のサイクルタイム t_c をそれぞれ演算する。20

【 0 0 4 3 】

これに対して、最短タイム演算部 8 4 2 は、各部品実装機 2 1 ~ 2 A に割り振られた部品種の部品を、装着効率が最も高くなる仮想された装着実施条件で 1 枚の基板 K に装着できる最短サイクルタイム t_{min} をそれぞれ演算する。仮想された装着実施条件とは、最適化処理部 8 2 で設定された処理条件に制約されずに、最短で部品実装を終了できる条件を意味する。したがって、例えば、基板 K の搬送速度および加速度や、吸着ノズルの動作速度および加速度は許容される最大値が装着実施条件に設定される。また例えば、仮想された装着実施条件では部品の吸着に使用できる吸着ノズルの種類が最大限に拡げられ、吸着ノズルの交換回数が最小化される。30

【 0 0 4 4 】

動作効率演算部 8 4 3 は、各部品実装機 2 1 ~ 2 A についてサイクルタイム t_c が最短サイクルタイム t_{min} に近づく度合いを表す動作効率 M を、次の式 3 により演算する。

$$M (\%) = (t_{min} \div t_c) \times 100 \dots \dots \dots \text{ (式 3)}$$

【 0 0 4 5 】

図 6 は、動作効率処理部 8 4 の処理結果を例示説明する表示例の図である。図示されるように、動作効率表示部 8 4 4 は、各部品実装機 2 1 ~ 2 A のサイクルタイム t_c 、最短サイクルタイム t_{min} 、および動作効率 M を表示する。サイクルタイム t_c は、白い棒グラフで示され、最短サイクルタイム t_{min} はハッチング付きの棒グラフで示され、動作効率 M は折れ線グラフで示されている。40

【 0 0 4 6 】

サイクルタイム t_c および最短サイクルタイム t_{min} は、ともにシミュレーションで得られる値であるが、それでもなお、動作効率 M は、各部品実装機 2 1 ~ 2 A の実際の装着動作の評価に有効である。動作効率 M が 100% に近いとき、オペレータは、当該の部品実装機が本来の装置性能を発揮すると期待できる。逆に、動作効率 M が低いとき、オペレータは、最適化処理を見直すことができる。すなわち、オペレータは、動作効率 M が低い原因を調査し、処理条件の設定不適正や設定忘れなどがあった場合には、処理条件を訂正して最適化処理を再度実施する。

【 0 0 4 7 】

(5 . 実効程度処理部 8 5 の機能)

10

20

30

40

50

実効程度処理部 85 は、最適化処理部 82 が最適化処理を実施した以後に、設定された処理条件の最適化の実効程度を演算および表示する。ただし、最適化処理の実施以前であってもオペレータによる処理条件の設定が行われた後であれば、実効程度処理部 85 は動作可能である。実効程度処理部 85 は、実効程度演算部 851 および実効程度表示部 852 を備える。

【0048】

実効程度演算部 851 は、複数の処理条件について個別に配点を設定し、最適化の実効程度を演算して採点する。実効程度演算部 851 は、一部の処理条件について、デフォルト条件から設定変更されたときに高い演算値を採点し、設定変更されていないときに低い演算値を採点する。また、実効程度演算部 851 は、一部の処理条件について、設定された処理条件が良好であると高い演算値を採点し、良好でないと低い演算値を採点する。複数の処理条件の配点の大小、演算値の段階数、および採点方法に特別な制約はない。10

【0049】

図 7 は、実効程度処理部 85 の処理結果を例示説明する表示例の図である。実効程度表示部 852 は、例えば一覧表の表示形式を用いて処理結果を表示する。図 7 の例で、処理条件 1 ~ 10 の 10 項目について、採点された演算値、および配点が示されている。各処理条件の配点は、5 点または 10 点とされ、その合計は 70 点満点とされている。最適化の実効程度は、採点された演算値の合計点で示され、図 7 の例では 40 点となっている。

【0050】

例えば、処理条件 6 は、基板 K の下面の装着済み部品の高さ H を設定するものであり、10 点が配点されている。この高さ H が生産する基板 K の性状に合わせて適正に設定されると、基板 K の位置決めが短時間で行われるので、図示の 10 点満点と採点される。高さ H がデフォルト値の最大高さ H_{max} から設定変更されていないと、基板 K の位置決めに時間がかかるので、0 点と採点される。なお、高さ H が実際に装着される部品の高さよりも小さく設定されると、基板 K を搬送するときの干渉が懸念される。このとき、最適化処理部 82 は、最適化処理を開始せずに設定エラーを表示して、オペレータの訂正設定を促す。20

【0051】

また例えば、処理条件 7 は、最適化処理に費やすことのできる最適化時間を設定するものであり、10 点が配点されている。最適化時間が無制限に設定されると、途中で打ち切られることなく最適化処理が実施されるので、10 点満点と採点される。生産スケジュールの制約などの理由により、最適化時間が或る時間に設定されると、5 点と採点される。最適化時間がデフォルト値の最小時間から設定変更されていないと、十分な最適化処理が実施されないと懸念されるので、図示の 0 点と採点される。30

【0052】

オペレータは、演算値の合計点に基づき総合的に実効程度を確認して、最適化処理が適正な処理条件で行われたか否かを判定できる。演算値の合計点が低いとき、オペレータは、個々の処理条件の演算値を確認して、原因となる処理条件の設定不適正や設定忘れを訂正して最適化処理を再度実施できる。

【0053】

前述したように、処理選択部 81 がラインバランス処理部 83、動作効率処理部 84、および実効程度処理部 85 のうち複数を選択すると、共通表示部 86 が機能する。共通表示部 86 は、ラインバランス効率 LBE、動作効率 M、ならびに最適化の実効程度（演算値の合計点）のうちの複数項目を一緒に表示する。これにより、オペレータは、表示された複数項目を総合的に考慮して、優れた最適化結果が得られているか否かを正確に判定できる。40

【0054】

例えば、各部品実装機 21 ~ 2A の動作効率 M が低くて、サイクルタイム tc が長くなっている場合がある。この場合に、各部品実装機 21 ~ 2A のサイクルタイム tc が同程度長くなっていると、ラインバランス効率 LBE は高い数値になる。50

かしながら、このような最適化結果は適切でない。これを見易くする対策として、共通表示部 8 6 は、ラインバランス効率 L B E と、各部品実装機 2 1 ~ 2 A の動作効率 M とをひとつ画面に一緒に表示する。これにより、オペレータは、ラインバランス効率 L B E および動作効率 M の両方を一緒に視認でき、両方が高いときに限って優れた最適化結果であると正確に判定できる。

【0055】

(6 . 実施形態の部品実装ラインの最適化装置 7 の態様および効果)

実施形態の部品実装ライン 1 の最適化装置 7 は、基板 K を装着実施位置に搬入し位置決めし搬出する基板搬送装置 3 と、部品を順次供給する部品供給装置 4 と、部品供給装置 4 から部品を採取して位置決めされた基板 K に装着する部品移載装置 5 と、を備える部品実装機 2 が複数台直列に配置された部品実装ライン 1 で基板 K を生産する際に、設定変更可能な処理条件に基づいて生産に関する最適化処理を実施する部品実装ラインの最適化装置 7 であって、各部品実装機 2 1 ~ 2 A が最適化処理によって割り振られた部品種の部品を 1 枚の基板 K に装着するのに要するサイクルタイム t_c をそれぞれ演算するサイクルタイム演算部 8 3 1 と、特定の一部の部品実装機（第 10 部品実装機 2 A）を以降の演算処理から除外するように設定する除外機設定部 8 3 2 と、除外されなかった第 1 ~ 第 9 部品実装機 2 1 ~ 2 9 のサイクルタイム t_c が均等化されている度合いを表すラインバランス効率 L B E を演算するバランス効率演算部 8 3 3 と、ラインバランス効率 L B E を表示するバランス効率表示部 8 3 4 と、を備える。

【0056】

これによれば、ラインバランス効率 L B E を悪化させる一因になりがちな特定の部品実装機（第 10 部品実装機 2 A）が演算処理から除外された後に、ラインバランス効率 L B E が演算および表示される。したがって、特定の部品実装機によりラインバランス効率 L B E が悪化することは無く、オペレータは、実効性のあるラインバランス効率 L B E を確認して最適化処理の結果を適正に評価できる。また、このラインバランス効率 L B E が良好でないとき、オペレータは、処理条件を設定変更して最適化処理を再度実施し、優れた最適化結果を得て、部品実装ライン 1 の本来の装置性能を活かすことができる。

【0057】

さらに、除外機設定部 8 3 2 が除外する特定の一部の部品実装機は、サイクルタイム t_c が他より短い部品実装機、割り振られる部品種の種類数または部品点数が他より少ない部品実装機、ならびに、部品供給装置 4 A および部品移載装置 5 の少なくとも一方の構造が他と異なって特定部品種の部品が割り振られる部品実装機のいずれかである。これによれば、ラインバランス効率 L B E を悪化させる部品実装機（第 10 部品実装機 2 A）を確実に除外して、実効性の高いラインバランス効率 L B E を正確に演算できる。

【0058】

また、実施形態の部品実装ライン 1 の最適化装置 7 は、各部品実装機 2 1 ~ 2 A が最適化処理によって割り振られた部品種の部品を 1 枚の基板 K に装着するのに要するサイクルタイム t_c をそれぞれ演算するサイクルタイム演算部 8 4 1 と、各部品実装機 2 1 ~ 2 A が最適化処理によって割り振られた部品種の部品を、装着効率が最も高くなる仮想された装着実施条件で 1 枚の基板 K に装着できる最短サイクルタイム t_{min} をそれぞれ演算する最短タイム演算部 8 4 2 と、各部品実装機 2 1 ~ 2 A についてサイクルタイム t_c が最短サイクルタイム t_{min} に近づく度合いを表す動作効率 M をそれぞれ演算する動作効率演算部 8 4 3 と、動作効率 M を表示する動作効率表示部 8 4 4 と、を備えてよい。

【0059】

これによれば、各部品実装機 2 1 ~ 2 A についてサイクルタイム t_c が最短サイクルタイム t_{min} に近づく度合いを表す動作効率 M が演算および表示される。したがって、オペレータは、各部品実装機 2 1 ~ 2 A の動作効率 M を確認して、最適化処理の結果を適正に評価できる。また、動作効率 M が低いとき、オペレータは、原因となる処理条件の設定不適正や設定忘れを訂正して最適化処理を再度実施し、優れた最適化結果を得て、部品実装ライン 1 の本来の装置性能を活かすことができる。

10

20

30

40

50

【0060】

また、実施形態の部品実装ライン1の最適化装置7は、最適化処理を実施するために設定された処理条件の最適化の実効程度を演算する実効程度演算部851と、最適化の実効程度を表示する実効程度表示部852と、を備えてもよい。

【0061】

これによれば、設定された処理条件の最適化の実効程度（演算値の合計点）が演算および表示される。したがって、オペレータは、実効程度を確認して、最適化処理が適正な処理条件で行われたか否かを判定できる。また、実効程度（演算値の合計点）が低いとき、オペレータは、原因となる処理条件の設定不適正や設定忘れを訂正して最適化処理を再度実施し、優れた最適化結果を得て、部品実装ライン1の本来の装置性能を活かすことができる。10

【0062】

さらに、実効程度演算部851は、処理条件がデフォルト条件から設定変更されたか否かにより最適化の実効程度の演算値を変える演算方法、および、設定された処理条件の良否に応じて最適化の実効程度の演算値を変える演算方法を用いる。これによれば、複数の処理条件のそれぞれについて最適化の実効程度が分かるので、オペレータは、実効程度の低下の原因となる処理条件の設定不適正や設定忘れを容易に訂正できる。

【0063】

また、実施形態の部品実装ライン1の最適化装置7は、ラインバランス効率LBE、動作効率M、ならびに、最適化の実効程度（演算値の合計点）のうち複数項目を一緒に表示する共通表示部86をさらに備える。これによれば、オペレータは、表示された複数項目を総合的に考慮して、優れた最適化結果であるか否かを正確に判定できる。20

【0064】

上述した実施形態の部品実装ライン1の最適化装置7の各態様は、部品実装ライン1の最適化方法として実施することができる。実施形態の部品実装ライン1の最適化方法は、最適化処理部82、ラインバランス処理部83、および動作効率処理部84の少なくともひとつ機能を複数の処理ステップに置き換えて実現できる。実施形態の部品実装ライン1の最適化方法の効果は、最適化装置7の効果と同じである。

【0065】**(7. 実施形態の応用および変形)**

なお、実施形態において、最適化装置7は、ラインバランス処理部83、動作効率処理部84、および実効程度処理部85を備えるが、これに限定されない。つまり、最適化装置7の最小の構成は、ラインバランス処理部83、動作効率処理部84、および実効程度処理部85のいずれかひとつと、最適化処理部82とを備えればよい。30

【0066】

さらになお、部品実装機のサイクルタイム t_c が均等化されている度合いを表すラインバランス効率LBEは、式1や式2と異なる定義や、異なる演算方法が適用されてもよい。また、実効程度演算部851は、処理条件1～10の10項目について演算値を採点するが、これに限定されない。例えば、基板Kの性状や部品実装機2の機種などの運用状況に応じて、採点する処理条件を追加したり省略したりする設定を行い、10項目から増減することができる。本発明は、その他にも様々な応用や変形が可能である。40

【符号の説明】**【0067】**

1：部品実装ライン 2：部品実装機

2 1～2 A：第1～第10部品実装機

3：基板搬送装置 4：部品供給装置

4 A：トレイ装置からなる部品供給装置 5：部品移載装置

7：部品実装ラインの最適化装置 7 1：コンピュータ装置

8 1：処理選択部 8 2：最適化処理部

8 3：ラインバランス処理部

10

20

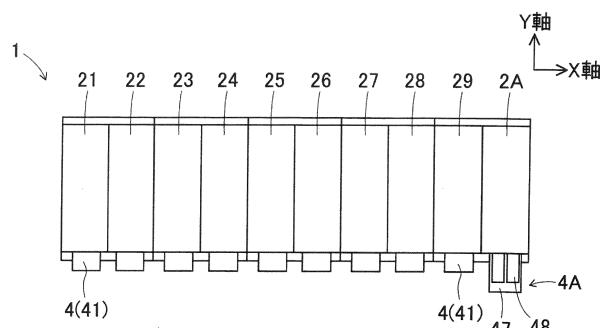
30

40

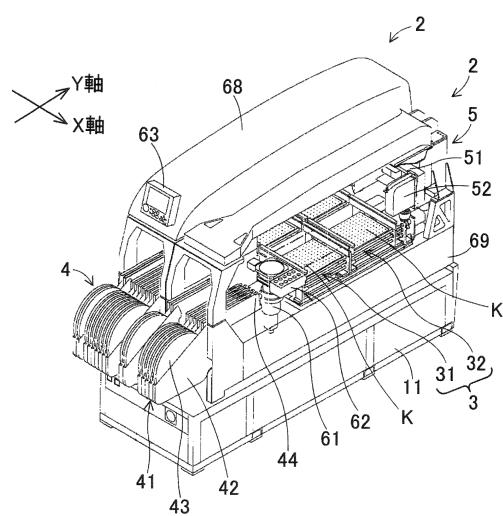
50

- | | |
|------------------|-----------------|
| 831 : サイクルタイム演算部 | 832 : 除外機設定部 |
| 833 : バランス効率演算部 | 834 : バランス効率表示部 |
| 84 : 動作効率処理部 | |
| 841 : サイクルタイム演算部 | 842 : 最短タイム演算部 |
| 843 : 動作効率演算部 | 844 : 動作効率表示部 |
| 85 : 実効程度処理部 | |
| 851 : 実効程度演算部 | 852 : 実効程度表示部 |
| 86 : 共通表示部 | |

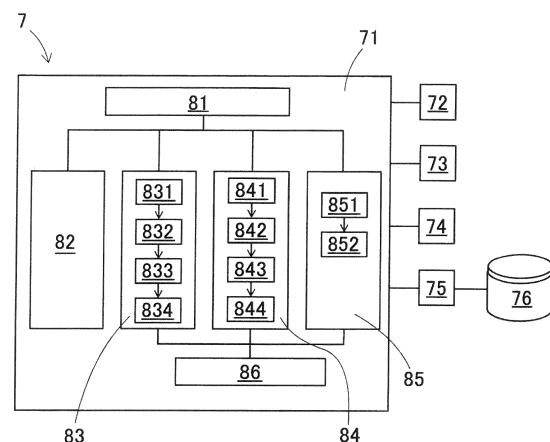
【図1】



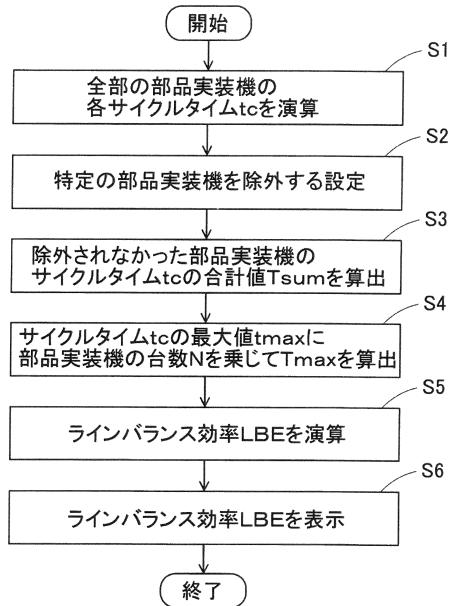
【図2】



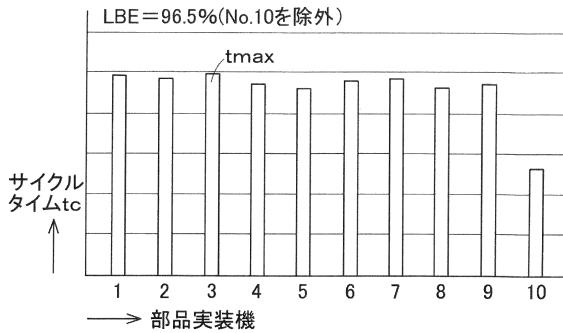
【図3】



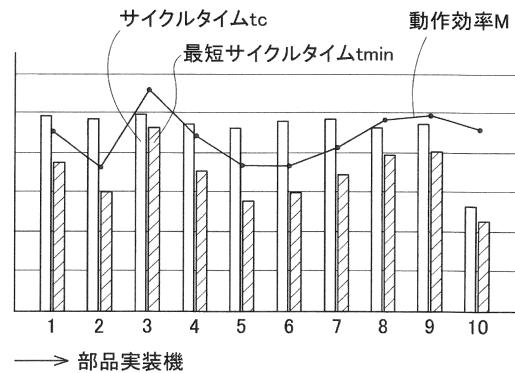
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

| 処理条件 | 採点 | 配点 |
|--------|----|----|
| 処理条件1 | 7 | 10 |
| 処理条件2 | 5 | 5 |
| 処理条件3 | 5 | 5 |
| 処理条件4 | 0 | 5 |
| 処理条件5 | 0 | 5 |
| 処理条件6 | 10 | 10 |
| 処理条件7 | 0 | 10 |
| 処理条件8 | 3 | 5 |
| 処理条件9 | 3 | 5 |
| 処理条件10 | 7 | 10 |
| 合計 | 40 | 70 |

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2015/025408 (WO, A1)

特開2006-269754 (JP, A)

特開2000-252685 (JP, A)

特開2009-200427 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K 13/00 - 13/08

G05B 19/418