

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6572446号
(P6572446)

(45) 発行日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(24) 登録日 令和1年8月23日(2019.8.23)

(51) Int.Cl. F I
H05K 13/00 (2006.01) H05K 13/00 Z
G05B 19/418 (2006.01) G05B 19/418 Z

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-232596 (P2016-232596)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成28年11月30日(2016.11.30)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2018-92970 (P2018-92970A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成30年6月14日(2018.6.14)	(74) 代理人	100106116
審査請求日	平成30年2月21日(2018.2.21)		弁理士 鎌田 健司
		(74) 代理人	100115554
			弁理士 野村 幸一
		(72) 発明者	山崎 琢也
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	竹原 裕起
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		審査官	井上 信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 部品実装システムおよび作業割り当てシステムならびに作業割り当て方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の部品実装ラインを有する部品実装システムであって、

所定の実装基板を生産するにあたって、前記複数の部品実装ラインのうち最も生産完了時刻が遅いと予想される部品実装ラインの生産完了時刻が早くなるように前記複数の部品実装ラインのそれぞれで発生する作業に対する作業者の割り当てを決定する作業割り当て決定部を備え、

前記作業割り当て決定部は、最も前記生産完了時刻が遅いと予想される前記部品実装ラインに割り当て可能な作業者を割り当てる、部品実装システム。

【請求項2】

前記作業割り当て決定部は、前記複数の部品実装ラインのそれぞれで発生する前記作業に対して各1名の前記作業者を割り当てた後、最も前記生産完了時刻が遅いと予測される前記部品実装ラインの前記作業のいずれかに対して、他の割り当て可能な前記作業者を割り当てる、請求項1に記載の部品実装システム。

【請求項3】

前記作業割り当て決定部は、最も前記生産完了時刻が遅いと予測される前記部品実装ラインの前記作業の中で、その部品実装ラインの前記生産完了時刻が最も早くなると予測される前記作業に対して、他の割り当て可能な前記作業者を割り当てる、請求項2に記載の部品実装システム。

【請求項4】

所定の実装基板を生産するにあたって、複数の部品実装ラインのうち最も生産完了時刻が遅いと予想される部品実装ラインの生産完了時刻が早くなるように前記複数の部品実装ラインのそれぞれで発生する作業に対する作業者の割り当てを決定する作業者割り当て決定部を備え、

前記作業者割り当て決定部は、最も前記生産完了時刻が遅いと予想される前記部品実装ラインに割り当て可能な作業者を割り当てる、作業者割り当てシステム。

【請求項 5】

前記作業者割り当て決定部は、前記複数の部品実装ラインのそれぞれで発生する前記作業に対して各 1 名の前記作業者を割り当てた後、最も前記生産完了時刻が遅いと予測される前記部品実装ラインの前記作業のいずれかに対して、他の割り当て可能な前記作業者を割り当てる、請求項 4 に記載の作業者割り当てシステム。

10

【請求項 6】

前記作業者割り当て決定部は、最も前記生産完了時刻が遅いと予測される前記部品実装ラインの前記作業の中で、その部品実装ラインの前記生産完了時刻が最も早くなると予測される前記作業に対して、他の割り当て可能な前記作業者を割り当てる、請求項 5 に記載の作業者割り当てシステム。

【請求項 7】

所定の実装基板を生産するにあたって、複数の部品実装ラインのうち最も生産完了時刻が遅いと予想される部品実装ラインの生産完了時刻が早くなるように前記複数の部品実装ラインのそれぞれで発生する作業に対する作業者の割り当てを決定する作業者割り当て工程を含み、

20

前記作業者割り当て工程において、最も前記生産完了時刻が遅いと予想される前記部品実装ラインに割り当て可能な作業者を割り当てる、作業者割り当て方法。

【請求項 8】

前記作業者割り当て工程において、前記複数の部品実装ラインのそれぞれで発生する前記作業に対して各 1 名の前記作業者を割り当てた後、最も前記生産完了時刻が遅いと予測される前記部品実装ラインの前記作業のいずれかに対して、他の割り当て可能な前記作業者を割り当てる、請求項 7 に記載の作業者割り当て方法。

【請求項 9】

前記作業者割り当て工程において、最も前記生産完了時刻が遅いと予測される前記部品実装ラインの前記作業の中で、その部品実装ラインの前記生産完了時刻が最も早くなると予測される前記作業に対して、他の割り当て可能な前記作業者を割り当てる、請求項 8 に記載の作業者割り当て方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の部品実装ラインに対する作業者の割り当てを決定する部品実装システムおよび作業者割り当てシステムならびに作業者割り当て方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

基板に部品を実装する部品実装装置などの部品実装用装置を複数連結して構成される部品実装ラインを複数備える部品実装システムでは、各部品実装ラインにおいて様々な基板種の実装基板が同時に並行して生産される。部品実装ラインにおいて生産される基板種を切り替える際には、部品実装装置に装着されて部品を供給するフィーダ（テープフィーダなど）を新たな基板種用に交換するなどの、いわゆる段取り替え作業（機種切替え作業）が複数の作業者によって実行される。

40

【0003】

このような段取り替え作業の効率化を目的として、作業者による段取り替え作業の総作業時間が短くなるように作業者の割り当てを決定するシステムが提案されている（例えば特許文献 1 参照）。また、次にどの装置に対する段取り替え作業を優先的に行えば効率的

50

に作業ができるかを算出して段取り替え作業の優先順を指示するシステムも提案されている（例えば特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-25539号公報

【特許文献2】特開2002-373015号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1, 2を含む従来技術では、作業者の段取り替え作業の総作業時間を短くしたり、個々の段取り替え作業を効率的にしたりするものであり、複数の部品実装ラインによって同時に並行して実装基板が生産されるフロアレベルでは、段取り替え作業に要する作業時間を含む実装基板の生産時間は必ずしも短くはなっておらず、更なる改善が必要であるという課題があった。

【0006】

そこで本発明は、複数の部品実装ラインにおいて実装基板が効率的に生産できるように作業者の割り当てを決定することができる部品実装システムおよび作業者割り当てシステムならびに作業者割り当て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】

【0007】

本発明の部品実装システムは、複数の部品実装ラインを有する部品実装システムであって、所定の実装基板を生産するにあたって、前記複数の部品実装ラインのうち最も生産完了時刻が遅いと予想される部品実装ラインの生産完了時刻が早くなるように前記複数の部品実装ラインのそれぞれで発生する作業に対する作業者の割り当てを決定する作業者割り当て決定部を備え、前記作業者割り当て決定部は、最も前記生産完了時刻が遅いと予想される前記部品実装ラインに割り当て可能な作業者を割り当てる。

【0008】

本発明の作業者割り当てシステムは、所定の実装基板を生産するにあたって、複数の部品実装ラインのうち最も生産完了時刻が遅いと予想される部品実装ラインの生産完了時刻が早くなるように前記複数の部品実装ラインのそれぞれで発生する作業に対する作業者の割り当てを決定する作業者割り当て決定部を備え、前記作業者割り当て決定部は、最も前記生産完了時刻が遅いと予想される前記部品実装ラインに割り当て可能な作業者を割り当てる。

【0009】

本発明の作業者割り当て方法は、所定の実装基板を生産するにあたって、複数の部品実装ラインのうち最も生産完了時刻が遅いと予想される部品実装ラインの生産完了時刻が早くなるように前記複数の部品実装ラインのそれぞれで発生する作業に対する作業者の割り当てを決定する作業者割り当て工程を含み、前記作業者割り当て工程において、最も前記生産完了時刻が遅いと予想される前記部品実装ラインに割り当て可能な作業者を割り当てる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、複数の部品実装ラインにおいて実装基板が効率的に生産できるように作業者の割り当てを決定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施の形態の部品実装システムの構成説明図

【図2】本発明の一実施の形態の部品実装システムが備える部品実装ラインの構成説明図

【図3】本発明の一実施の形態の部品実装システムが備える部品実装装置の平面図

10

20

30

40

50

【図4】本発明の一実施の形態の部品実装システムが備える部品実装装置の部分断面図

【図5】本発明の一実施の形態の部品実装システムの制御系の構成を示すブロック図

【図6】(a)(b)(c)本発明の一実施の形態の部品実装システムにおける作業割り当ての工程説明図

【図7】本発明の一実施の形態の部品実装システムにおける作業割り当て方法のフロー図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に図面を用いて、本発明の一実施の形態を詳細に説明する。以下で述べる構成、形状等は説明のための例示であって、部品実装システム、部品実装ライン、部品実装装置の仕様に
10
10 形状等に応じて、適宜変更が可能である。以下では、全ての図面において対応する要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。図3、及び後述する一部では、水平面内で互いに直交する2軸方向として、基板搬送方向のX方向(図3における左右方向)、基板搬送方向に直交するY方向(図3における上下方向)が示される。図4では、水平面と直交する高さ方向としてZ方向(図4における上下方向)が示される。Z方向は、部品実装装置が水平面上に設置された場合の上下方向または直交方向である。

【0013】

まず図1を参照して、部品実装システム1の構成を説明する。部品実装システム1は、フロアFに配設された3本の部品実装ラインL1~L3を通信ネットワーク2によって接続し、管理コンピュータ3によって管理する構成となっている。各部品実装ラインL1~
20
20 L3は、後述するように部品実装装置を含む複数の部品実装用装置を連結して構成され、基板に部品を実装した実装基板を生産する機能を有している。すなわち、部品実装システム1は、複数の部品実装用装置を連結して構成される複数の部品実装ラインL1~L3を有している。なお、部品実装システム1が備える部品実装ラインL1は3本である必要はなく、2本及び4本以上でも良い。

【0014】

フロアFに設けられた外段取りエリアApには、段取り作業支援装置4が配設されている。段取り作業支援装置4は、通信ネットワーク2を介して管理コンピュータ3に接続されている。段取り作業支援装置4には、段取り作業の対象となる複数の交換用の部品供給台車5(ここでは4台の部品供給台車5A, 5B, 5C, 5D)が接続されている。
30
30

【0015】

段取り作業支援装置4に接続された部品供給台車5には、段取り作業を担当する作業員によって部品を供給する複数のテープフィーダが装着される。段取り作業支援装置4に接続された部品供給台車5にテープフィーダ9(図3参照)が装着されると、部品供給台車5を介して段取り作業支援装置4よりテープフィーダ9に電力が供給されて、テープフィーダ9が内蔵するフィーダ制御部(図示省略)が管理コンピュータ3と通信可能な状態となる。これにより、部品供給台車5へのテープフィーダ9の装着状況、テープフィーダ9に装着される部品を保持するキャリヤテープ16(図4参照)のテープフィーダ9への補給状況などの段取り作業の状況を、管理コンピュータ3において取得することができる。
40
40

【0016】

このように、段取り作業支援装置4に接続された部品供給台車5では、部品実装ラインL1~L3における実装基板の生産状況に影響されることなく、段取り作業を実行することができる。すなわち、段取り作業支援装置4は、部品実装ラインL1~L3における実装基板の生産を停止させずに実行する段取り作業(以下、「外段取り作業」と称する)を支援する。外段取り作業が完了した交換用の部品供給台車5は、部品実装ラインL1~L3における実装基板の生産を停止させて実行する段取り作業(以下、「内段取り作業」と称する)において、部品実装装置に装着されている交換対象の部品供給台車5と交換される。
50
50

【0017】

次に図2を参照して、部品実装ラインL1~L3の詳細な構成を説明する。部品実装ラ

10

20

30

40

50

イン L 1 ~ L 3 は同様の構成をしており、以下、部品実装ライン L 1 について説明する。部品実装ライン L 1 は、基板搬送方向の上流側（紙面左側）から下流側（紙面右側）に向けて、はんだ印刷装置 M 1、印刷検査装置 M 2、部品実装装置 M 3 ~ M 6、実装検査装置 M 7、リフロー装置 M 8 などの部品実装用装置を直列に連結して構成されている。

【 0 0 1 8 】

はんだ印刷装置 M 1、印刷検査装置 M 2、部品実装装置 M 3 ~ M 6、実装検査装置 M 7、リフロー装置 M 8 は、通信ネットワーク 2 を介して管理コンピュータ 3 に接続されている。はんだ印刷装置 M 1 は、はんだ印刷作業部によって上流側から搬入された基板 B にマスクを介してはんだを印刷するはんだ印刷作業を実行する。印刷検査装置 M 2 は、はんだ検査カメラを含む印刷検査作業部によって基板 B に印刷されたはんだの状態を検査する印刷検査作業を実行する。

10

【 0 0 1 9 】

部品実装装置 M 3 ~ M 6 は、部品実装作業部によって基板 B に部品 D を実装する部品実装作業を実行する。なお、部品実装ライン L 1 は、部品実装装置 M 3 ~ M 6 が 4 台の構成に限定されることなく、部品実装装置 M 3 ~ M 6 が 1 ~ 3 台であっても 5 台以上であってもよい。実装検査装置 M 7 は、部品検査カメラを含む実装検査作業部によって基板 B に搭載された部品 D の状態を検査する実装検査作業を実行する。リフロー装置 M 8 は、装置内に搬入された基板 B を基板加熱部によって加熱して、基板 B 上のはんだを硬化させ、基板 B の電極部と部品 D とを接合する基板加熱作業を実行する。

【 0 0 2 0 】

20

次に図 3、図 4 を参照して、部品実装装置 M 3 ~ M 6 の構成を説明する。部品実装装置 M 3 ~ M 6 は同様の構成であり、ここでは部品実装装置 M 3 について説明する。図 4 は、図 3 における A - A 断面を部分的に示している。部品実装装置 M 3 は、部品 D を基板 B に実装する機能を有している。

【 0 0 2 1 】

図 3 において、基台 6 の中央には X 方向に基板搬送機構 7 が配設されている。基板搬送機構 7 は上流側から搬入された基板 B を搬送し、部品実装作業を実行するための位置に位置決めする。基板搬送機構 7 において位置決めされた基板 B の下方に位置して、その上面に下受けピン 7 b が装着された下受けピン保持板 7 a が配置されている。下受けピン保持板 7 a を下受けピン昇降駆動部 7 c（図 4 参照）によって上昇させることにより、下受けピン 7 b は基板 B の下面に当接して基板 B を下面より保持する。下受けピン保持板 7 a は下受けピン昇降駆動部 7 c に着脱自在な構成をしており、下受けピン 7 b は下受けピン保持板 7 a に着脱自在な構成をしている。

30

【 0 0 2 2 】

下受けピン 7 b は、作業による下受けピン 7 b の準備作業によって、部品 D が実装される基板 B（生産される実装基板）に応じて適宜配置される。下受けピン 7 b の準備作業として、内段取り作業において、下受けピン保持板 7 a を部品実装装置 M 3 ~ M 6 に装着した状態で下受けピン 7 b の配置を変更することができる。また、下受けピン 7 b の準備作業として、外段取り作業において、部品実装装置 M 3 ~ M 6 から外された予備の下受けピン保持板 7 a に対して次の実装基板のための下受けピン 7 b の配置を行い、内段取り作業において、配置が完了した下受けピン保持板 7 a を部品実装装置 M 3 ~ M 6 に装着されている下受けピン保持板 7 a と交換することもできる。

40

【 0 0 2 3 】

基板搬送機構 7 の両側方には、部品供給部 8 が配置されている。それぞれの部品供給部 8 には複数のテープフィーダ 9 が X 方向に並列に配置されている。テープフィーダ 9 は、部品 D を収納したキャリヤテープをテープ送り方向にピッチ送りすることにより、以下に説明する部品実装機構の実装ヘッドによる部品取り出し位置に部品 D を供給する。

【 0 0 2 4 】

基台 6 上面において X 方向の一方側の端部には、リニア駆動機構を備えた Y 軸ビーム 10 が Y 方向に沿って配設されている。Y 軸ビーム 10 には、同様にリニア駆動機構を備え

50

た2基のX軸ビーム11が、Y方向に移動自在に結合されている。X軸ビーム11はX方向に沿って配設されている。2基のX軸ビーム11には、それぞれ実装ヘッド12がX方向に移動自在に装着されている。実装ヘッド12は、図4に示すように、部品Dを吸着保持して昇降可能な複数の吸着ユニット12aを備える。吸着ユニット12aのそれぞれの先端には、吸着ノズル12bが設けられている。

【0025】

図3において、Y軸ビーム10、X軸ビーム11を駆動することにより、実装ヘッド12はX方向、Y方向に移動する。これにより2つの実装ヘッド12は、それぞれ対応した部品供給部8に配置されたテープフィーダ9の部品取り出し位置から部品Dを吸着ノズル12bによって吸着して取り出して、基板搬送機構7に位置決めされた基板Bの実装点に実装する。Y軸ビーム10、X軸ビーム11および実装ヘッド12は、部品Dを保持した実装ヘッド12を移動させることにより、部品Dを基板Bに実装する部品実装機構を構成する。

10

【0026】

部品供給部8と基板搬送機構7との間には、部品認識カメラ13が配設されている。部品供給部8から部品を取り出した実装ヘッド12が部品認識カメラ13の上方を移動する際に、部品認識カメラ13は実装ヘッド12に保持された状態の部品Dを撮像して部品Dの保持姿勢を認識する。実装ヘッド12が取り付けられたプレート11aには基板認識カメラ14が取り付けられている。基板認識カメラ14は、実装ヘッド12と一体的に移動する。

20

【0027】

実装ヘッド12が移動することにより、基板認識カメラ14は基板搬送機構7に位置決めされた基板Bの上方に移動し、基板Bに設けられた基板マーク(図示せず)を撮像して基板Bの位置を認識する。実装ヘッド12による基板Bへの部品実装動作においては、部品認識カメラ13による部品Dの認識結果と、基板認識カメラ14による基板位置の認識結果とを加味して実装位置の補正が行われる。

【0028】

図3において、部品供給部8と基板搬送機構7の間には、ノズルホルダ15が着脱可能に配設されている。ノズルホルダ15には、実装ヘッド12に装着される吸着ノズル12bが、部品種に対応して複数収納保持されている。実装ヘッド12がノズルホルダ15にアクセスしてノズル交換動作を行うことにより、吸着ユニット12aに装着される吸着ノズル12bを部品種に応じて交換することができる。

30

【0029】

図4において、部品供給部8は、フィーダベース5aに予め複数のテープフィーダ9が装着された部品供給台車5で構成されている。部品供給台車5は、基台6に対して着脱自在に構成されている。テープフィーダ9がフィーダベース5aに装着されることにより、テープフィーダ9に内蔵されたフィーダ制御部が、部品実装装置M3~M6の実装制御部21(図5参照)と電氣的に接続される。部品供給台車5には、キャリヤテープ16を巻回状態で収納する供給リール17が保持されている。供給リール17から引き出されたキャリヤテープ16は、テープフィーダ9に装着されている。テープフィーダ9は、キャリヤテープ16を吸着ノズル12bによる部品取り出し位置までピッチ送りする。

40

【0030】

このように、部品実装装置M3において、基板搬送機構7、部品実装機構(Y軸ビーム10、X軸ビーム11、実装ヘッド12)、部品認識カメラ13、基板認識カメラ14は、基板Bを搬送して部品供給部8が供給する部品Dを搬送された基板Bに実装する部品実装作業部18(図5参照)を構成する。

【0031】

次に図5を参照して、部品実装システム1の制御系の構成について説明する。部品実装システム1が備える部品実装ラインL1~L3は同様の構成をしており、以下、部品実装ラインL1について説明する。部品実装ラインL1が備える部品実装装置M3~M6は同

50

様の構成をしており、以下、部品実装装置 M 3 について説明する。

【 0 0 3 2 】

図 5 において、部品実装装置 M 3 は、実装制御部 2 1、実装記憶部 2 2、部品供給部 8、部品実装作業部 1 8、通信部 2 3 を備えている。通信部 2 3 は通信インターフェースであり、通信ネットワーク 2 を介して他の部品実装装置 M 4 ~ M 6、他の部品実装ライン L 2、L 3、管理コンピュータ 3 との間で信号、データの授受を行う。実装制御部 2 1 は、実装記憶部 2 2 が記憶する部品実装データに基づいて部品供給部 8 に装着されたテープフィーダ 9、部品実装作業部 1 8 を制御することにより、部品実装装置 M 3 による部品実装作業を実行させる。

【 0 0 3 3 】

図 5 において、管理コンピュータ 3 は、管理制御部 3 1、管理記憶部 3 2、入力部 3 3、表示部 3 4、通信部 3 5 を備えている。入力部 3 3 は、キーボード、タッチパネル、マウスなどの入力装置であり、操作コマンドやデータ入力時などに用いられる。表示部 3 4 は液晶パネルなどの表示装置であり、入力部 3 3 による操作のための操作画面などの各種情報を表示する。通信部 3 5 は通信インターフェースであり、通信ネットワーク 2 を介して部品実装ライン L 1 ~ L 3 の部品実装装置 M 3 ~ M 6、段取り作業支援装置 4 との間で信号、データの授受を行う。

【 0 0 3 4 】

管理制御部 3 1 は CPU などの演算装置であり、管理記憶部 3 2 が記憶する情報に基づいて部品実装システム 1 を管理する。管理制御部 3 1 は、内部処理機能として生産時間予測部 3 1 a、段取り替え時間予測部 3 1 b、作業割り当て決定部 3 1 c を備えている。管理記憶部 3 2 は記憶装置であり、実装データ 3 2 a、生産計画情報 3 2 b、作業情報 3 2 c、部材情報 3 2 d、作業割り当て情報 3 2 e、生産時間情報 3 2 f、段取り替え時間情報 3 2 g、生産完了時刻情報 3 2 h などを記憶する。

【 0 0 3 5 】

図 5 において、実装データ 3 2 a は、実装される部品 D の部品種や基板 B における実装点などのデータであり、生産対象の基板種ごとに記憶される。生産計画情報 3 2 b には、部品実装システム 1 において所定の期間（例えば、1 日）に計画されている、部品実装ライン L 1 ~ L 3 において生産される実装基板の種類、枚数などを含む生産計画が記憶されている。作業情報 3 2 c には、所定の期間（例えば、1 日）に部品実装システム 1 において発生する段取り作業、部品補給作業などの各種作業に割り当て可能な作業者を特定する情報、作業可能時間が記憶されている。

【 0 0 3 6 】

部材情報 3 2 d には、各部品実装装置 M 3 ~ M 6 に装着されている部品供給台車 5、テープフィーダ 9 の装着位置、各テープフィーダ 9 の部品 D の残数、装着されている吸着ノズル 1 2 b、はんだ印刷装置 M 1 が供給するはんだの残量など、現在の部品実装作業で使用されている部材の情報が、部品実装ライン L 1 ~ L 3 より送信されて記憶されている。また、部材情報 3 2 d には、交換用の部品供給台車 5、テープフィーダ 9、部品 D を収納する供給リール 1 7、吸着ノズル 1 2 b、下受けピン保持板 7 a、下受けピン 7 b、マスク、補給用のはんだなど、次以降の部品実装作業で使用される外段取りエリア A p や部材倉庫などに保管されている部材の情報も記憶されている。

【 0 0 3 7 】

作業割り当て情報 3 2 e は、部品実装ライン L 1 ~ L 3 において発生する作業に対して、その作業を担当する作業者を割り当てた情報である。作業割り当て情報 3 2 e は、下記に説明する作業割り当て決定部 3 1 c によって決定される。

【 0 0 3 8 】

図 5 において、生産時間予測部 3 1 a は、実装データ 3 2 a、生産計画情報 3 2 b、部材情報 3 2 d、作業割り当て情報 3 2 e に基づいて、部品実装ライン L 1 ~ L 3 において発生する作業（部品補給作業など）の発生時刻と作業量（作業時間）を予測して、計画された枚数の実装基板を生産するのに必要な生産時間 T_p を実装基板毎に算出（予測）す

10

20

30

40

50

る。算出された生産時間 T_p は、生産時間情報 3 2 f として管理記憶部 3 2 に記憶される。

【 0 0 3 9 】

段取り替え時間予測部 3 1 b は、実装データ 3 2 a、生産計画情報 3 2 b、部材情報 3 2 d、作業員割り当て情報 3 2 e に基づいて、段取り替えで発生する段取り作業の作業量（作業時間）を予測して、段取り替えに必要な段取り替え時間 T_c を段取り替え毎に算出（予測）する。算出された段取り替え時間 T_c は、段取り替え時間情報 3 2 g として管理記憶部 3 2 に記憶される。

【 0 0 4 0 】

作業員割り当て決定部 3 1 c は、生産計画情報 3 2 b、作業員情報 3 2 c、生産時間情報 3 2 f、段取り替え時間情報 3 2 g に基づいて、生産時間予測部 3 1 a、段取り替え時間予測部 3 1 b と連携しながら部品実装ライン $L_1 \sim L_3$ の生産完了時刻 T_f を算出する。さらに作業員割り当て決定部 3 1 c は、各部品実装ライン $L_1 \sim L_3$ の生産完了時刻 T_f が早くなるように、部品実装ライン $L_1 \sim L_3$ において発生する作業に対して、その作業を担当する作業員の割り当てを決定する。

10

【 0 0 4 1 】

すなわち、作業員割り当て決定部 3 1 c は、所定の実装基板を生産するにあたって、複数の部品実装ライン $L_1 \sim L_3$ の生産完了時刻 T_f が早くなるように、複数の部品実装ライン $L_1 \sim L_3$ のそれぞれで発生する作業に対する作業員の割り当てを決定する。算出された生産完了時刻 T_f は生産完了時刻情報 3 2 h として管理記憶部 3 2 に記憶され、決定された作業員の割り当ては作業員割り当て情報 3 2 e として管理記憶部 3 2 に記憶される。

20

【 0 0 4 2 】

ここで、図 6 を参照して、作業員割り当て決定部 3 1 c が、生産時間予測部 3 1 a、段取り替え時間予測部 3 1 b と連携して、作業員の割り当てを決定する作業員割り当て処理の詳細について説明する。ここでは、3名の作業員 OP_1, OP_2, OP_3 が2つの部品実装ライン L_1, L_2 で並行して実装基板を生産する単純な例を使って、作業員割り当て処理の手順を説明する。

【 0 0 4 3 】

この例では、部品実装ライン L_1 と部品実装ライン L_2 は、同時に、実装基板の生産を開始すると仮定する。そして、部品実装ライン L_1 は2つの実装基板 B_{11}, B_{12} を順番に生産し、部品実装ライン L_2 は2つの実装基板 B_{21}, B_{22} を順番に生産すると仮定する。また、実装基板 B_{11} から実装基板 B_{12} に生産を切り替える際と、実装基板 B_{21} から実装基板 B_{22} に生産を切り替える際には、それぞれ、段取り替えが必要と仮定する。

30

【 0 0 4 4 】

図 6 (a) において、まず、作業員割り当て決定部 3 1 c は、部品実装ライン L_1 に作業員 OP_1 を、部品実装ライン L_2 に作業員 OP_2 をそれぞれ割り当てて、作業員割り当て情報 3 2 e として記憶する。この条件で、生産時間予測部 3 1 a は、部品実装ライン L_1 における実装基板 B_{11} の生産時間 T_{p11} 、実装基板 B_{12} の生産時間 T_{p12} と、部品実装ライン L_2 における実装基板 B_{21} の生産時間 T_{p21} 、実装基板 B_{22} の生産時間 T_{p22} を算出して、生産時間情報 3 2 f として記憶する。

40

【 0 0 4 5 】

また、段取り替え時間予測部 3 1 b は、部品実装ライン L_1 における実装基板 B_{11} から実装基板 B_{12} への段取り替え時間 T_{c11} 、部品実装ライン L_2 における実装基板 B_{21} から実装基板 B_{22} への段取り替え時間 T_{c21} を算出して、段取り替え時間情報 3 2 g として記憶する。

【 0 0 4 6 】

これらの算出結果より、作業員割り当て決定部 3 1 c は、生産開始時刻 T_s から生産時間 T_{p11} と段取り替え時間 T_{c11} と生産時間 T_{p12} が経過した時刻を部品実装ライ

50

ン L 1 の生産完了時刻 T_{f10} として算出して、生産完了時刻情報 3 2 h として記憶する。同様に、作業員割り当て決定部 3 1 c は、生産開始時刻 T_s から生産時間 T_{p21} と段取り替え時間 T_{c21} と生産時間 T_{p22} が経過した時刻を部品実装ライン L 2 の生産完了時刻 T_{f20} として算出して、生産完了時刻情報 3 2 h として記憶する。

【 0 0 4 7 】

この例では、部品実装ライン L 2 の生産完了時刻 T_{f20} が部品実装ライン L 1 の生産完了時刻 T_{f10} よりも遅い。そのため、この作業員割り当て情報 3 2 e における部品実装システム 1 の生産完了時刻 T_f は、遅い方の部品実装ライン L 2 の生産完了時刻 T_{f20} と予測される。

【 0 0 4 8 】

図 6 (b) において、次いで作業員割り当て決定部 3 1 c は、生産完了時刻 T_f が遅い部品実装ライン L 2 の作業に、作業時間に空きがある作業員 O P 3 を追加して割り当てる。すなわち、作業員割り当て決定部 3 1 c は、複数の部品実装ライン L 1 , L 2 のそれぞれで発生する作業に対して各 1 名の作業員 O P 1 , 作業員 O P 2 を割り当てた後、最も生産完了時刻 T_f が遅いと予測される部品実装ライン L 2 の作業のいずれかに対して、他の割り当て可能な作業員 O P 3 を割り当てる。これによって、効率的に作業員を割り当てることができる。

【 0 0 4 9 】

例えば、同時に複数の部品実装装置 M 3 ~ M 6 において部品 D の補給作業やテーブルフィード 9 の交換作業が発生して一人の作業員 O P 2 だけでは部品実装装置 M 3 ~ M 6 で部品実装作業が停止してしまう場合に、作業員 O P 3 を追加することで、部品実装作業の継続、または、停止時間の短縮をすることができる。そして、作業員割り当て決定部 3 1 c は、作業員 O P 3 を部品実装ライン L 2 の作業に割り当てる際に、生産時間 T_p または段取り替え時間 T_c が短縮される効果が最も大きく、その結果、生産完了時刻 T_f が最も早くなる作業に作業員 O P 3 の作業時間を割り当てる。

【 0 0 5 0 】

この例では、実装基板 B 2 1 から実装基板 B 2 2 への段取り替え時間 T_c が時間短縮の効果が大きいと予想され、作業員割り当て決定部 3 1 c は、この作業に作業員 O P 3 を割り当てて、作業員割り当て情報 3 2 e を更新する。次いで段取り替え時間予測部 3 1 b は実装基板 B 2 1 から実装基板 B 2 2 への段取り替え時間 T_{c21}^* ($T_{c21}^* < T_{c21}$) を再計算して、段取り替え時間情報 3 2 g を更新する。次いで作業員割り当て決定部 3 1 c は、生産開始時刻 T_s から生産時間 T_{p21} と段取り替え時間 T_{c21}^* と生産時間 T_{p22} が経過した時刻を、部品実装ライン L 2 の生産完了時刻 T_{f21} として算出して、生産完了時刻情報 3 2 h を更新する。

【 0 0 5 1 】

図 6 (b) において、作業員 O P 3 の追加により、部品実装ライン L 2 の生産完了時刻 T_{f21} は元の生産完了時刻 T_{f20} より早くなり (矢印 a)、その結果、部品実装ライン L 1 の生産完了時刻 T_{f10} より早くなっている。そのため、この作業員割り当て情報 3 2 e における部品実装システム 1 の生産完了時刻 T_f は、遅い方の部品実装ライン L 1 の生産完了時刻 T_{f10} と予想される。このように、作業員割り当て決定部 3 1 c は、最も生産完了時刻 T_{f0} が遅いと予測される部品実装ライン L 2 の作業の中で、その部品実装ライン L 2 の生産完了時刻 T_f が最も早くなると予測される作業に対して、他の割り当て可能な作業員 O P 3 を割り当てる。これによって、実装基板を効率的に生産することができる。

【 0 0 5 2 】

図 6 (c) において、次いで作業員割り当て決定部 3 1 c は、図 6 (b) と同様に、まだ作業時間に空きがある作業員 O P 3 を、生産完了時刻 T_{f10} が遅い部品実装ライン L 1 の作業のうち、最も時間の短縮効果が期待できる実装基板 B 1 2 の一部の作業に割り当てて、作業員割り当て情報 3 2 e を更新する。これにより、実装基板 B 1 2 の生産時間 T_{p12} は生産時間 T_{p12}^* ($T_{p12}^* < T_{p12}$) に短縮され、部品実装ライン L 1

10

20

30

40

50

の生産完了時刻 T_{f11} が元の生産完了時刻 T_{f10} より早くなると予想され（矢印 b ）、部品実装ライン $L2$ の生産完了時刻 T_{f21} よりも早くなると予測されている。

【0053】

以下、作業者割り当て決定部 $31c$ は、全ての作業者 $OP1$ 、 $OP2$ 、 $OP3$ の作業時間に空きがなくなるまで上記の作業者割り当て処理を繰り返して作業者割り当てを決定し、作業者割り当て情報 $32e$ を更新する。全ての作業者の作業時間の割り当てが完了した時点での作業者割り当て情報 $32e$ が、作業者割り当て処理によって得られた作業者の割り当てとなる。

【0054】

図5において、段取り作業支援装置 4 は、支援制御部 41 、支援記憶部 42 、台車接続部 43 、入力部 44 、表示部 45 、通信部 46 を備えている。入力部 44 は、キーボード、タッチパネル、マウスなどの入力装置であり、操作コマンドやデータ入力時などに用いられる。表示部 45 は液晶パネルなどの表示装置であり、入力部 44 による操作のための操作画面などの各種画面の他、段取り作業の手順、段取り作業の進捗状況などの各種情報を表示する。

【0055】

通信部 46 は通信インターフェースであり、通信ネットワーク 2 を介して管理コンピュータ 3 との間で信号、データの授受を行う。支援制御部 41 は CPU などの演算装置であり、支援記憶部 42 が記憶する情報に基づいて段取り作業支援装置 4 を制御する。支援記憶部 42 は記憶装置であり、段取り作業手順などを記憶する。台車接続部 43 には、交換用の部品供給台車 5 （図1の部品供給台車 $5A$ 、 $5B$ など）が接続されている。台車接続部 43 は、部品供給台車 5 を介して、部品供給台車 5 に装着されている各テープフィーダ 9 に内蔵されるフィーダ制御部と通信する。

【0056】

次に、図7のフローに沿って、作業者の割り当てを決定する作業者割り当て方法（作業者割り当て処理）について説明する。まず、作業者割り当て決定部 $31c$ は、作業者情報 $32c$ に基づいて、各部品実装ライン $L1 \sim L3$ に1名ずつ作業者を割り当てて、作業者割り当て情報 $32e$ として記憶する（ $ST1$ ：初期作業者割り当て工程）。

【0057】

次いで生産計画情報 $32b$ において生産が計画されている実装基板に対して、生産時間予測部 $31a$ は生産時間 T_p を算出して生産時間情報 $32f$ として記憶し、段取り替え時間予測部 $31b$ は段取り替え時間 T_c を算出して段取り替え時間情報 $32g$ として記憶し、作業者割り当て決定部 $31c$ は生産完了時刻 T_f を算出して生産完了時刻情報 $32h$ として記憶する（ $ST2$ ：初期算出工程）。

【0058】

次いで作業者割り当て決定部 $31c$ は、記憶されている作業者割り当て情報 $32e$ と作業者情報 $32c$ に基づいて、作業を追加可能な作業者が残っているか否かを判断する（ $ST3$ ：残作業者判断工程）。作業を追加可能な作業者が残っていない場合（ $ST3$ において No ）、作業者割り当て決定部 $31c$ は、作業者割り当て処理を終了する。作業を追加可能な作業者が残っている場合（ $ST3$ において Yes ）、作業者割り当て決定部 $31c$ は、最も生産完了時刻 T_f が遅い部品実装ライン $L1 \sim L3$ を選択する（ $ST4$ ：ライン選択工程）。

【0059】

次いで作業者割り当て決定部 $31c$ は、選択した部品実装ライン $L1 \sim L3$ の作業の中で、生産時間 T_p または段取り替え時間 T_c が最も短縮可能な作業に作業者を追加して割り当てて、作業者割り当て情報 $32e$ を更新する（ $ST5$ ：追加作業者割り当て工程）。

【0060】

図7において、次いで更新された作業者割り当て情報 $32e$ に基づいて、生産時間予測部 $31a$ は生産時間 T_p を再算出して生産時間情報 $32f$ を更新し、段取り替え時間予測部 $31b$ は段取り替え時間 T_c を再算出して段取り替え時間情報 $32g$ を更新し、作業者

10

20

30

40

50

割り当て決定部 31c は生産完了時刻 T_f を再算出して生産完了時刻情報 32h を更新する (ST6: 再算出工程)。

【0061】

次いで作業員割り当て決定部 31c は、いずれかの作業員 (初期作業員、追加された作業員に関わらず) の作業時間に空きがあるか否かを判断する (ST7: 残空き時間判断工程)。空き時間がある場合 (ST7 において Yes)、ライン選択工程 (ST4) に戻って、その作業員の空いた作業時間に作業を割り当てる (ST5)。空き時間がない場合 (ST7 において No)、残作業員判断工程 (ST3) に戻って、作業を追加可能な別の作業員に作業を割り当てる (ST5)。

【0062】

このように、作業員割り当て決定部 31c は全ての作業員に作業を割り当てて、作業員割り当て情報 32e が決定される。すなわち、初期作業員割り当て工程 (ST1) および追加作業員割り当て工程 (ST5) は、所定の実装基板を生産するにあたって、複数の部品実装ライン L1 ~ L3 の生産完了時刻 T_f が早くなるように複数の部品実装ライン L1 ~ L3 のそれぞれで発生する作業に対する作業員の割り当てを決定する作業員割り当て工程となる。これによって、複数の部品実装ライン L1 ~ L3 において実装基板が効率的に生産できるように作業員の割り当てを決定することができる。

【0063】

また、作業員割り当て工程において、最も生産完了時刻 T_f が遅いと予測される部品実装ライン L1 ~ L3 の作業の中で、その部品実装ライン L1 ~ L3 の生産完了時刻 T_f が最も早くなると予測される作業に対して、他の割り当て可能な作業員を割り当てている (ST5)。これによって、実装基板を効率的に生産することができる。また、作業員割り当て工程において、複数の部品実装ライン L1 ~ L3 のそれぞれで発生する作業に対して各 1 名の作業員を割り当てた後 (ST1)、最も生産完了時刻 T_f が遅いと予測される部品実装ライン L1 ~ L3 の作業のいずれかに対して、他の割り当て可能な作業員を割り当てている (ST5)。これによって、効率的に作業員を割り当てることができる。

【0064】

上記説明したように、本実施の形態の部品実装システム 1 は、複数の部品実装ライン L1 ~ L3 を有し、所定の実装基板を生産するにあたって、複数の部品実装ライン L1 ~ L3 の生産完了時刻 T_f が早くなるように複数の部品実装ライン L1 ~ L3 のそれぞれで発生する作業に対する作業員の割り当てを決定する作業員割り当て決定部 31c を備えている。また、作業員割り当て決定部 31c を備える管理コンピュータ 3 は、作業員割り当てシステムとなる。これによって、複数の部品実装ライン L1 ~ L3 において実装基板が効率的に生産できるように作業員の割り当てを決定することができる。

【0065】

なお、作業員割り当てシステムは、部品実装ライン L1 ~ L3 と通信ネットワーク 2 に接続される管理コンピュータ 3 に限定されることはない。作業員割り当てシステムは、作業員割り当て決定部 31c を備えるコンピュータであればよく、部品実装ライン L1 ~ L3 と接続されていなくてもよい。

【0066】

また、上記実施の形態の説明では、初期作業員割り当て工程 (ST1) において、作業員を 1 名ずつ割り当てたが、初期に作業員を割り当てる方法はこれに限定されることはない。たとえば、最低 2 名必要と判断される作業については、初期作業員割り当て工程 (ST1) において 2 名を割り当てるようにしても良い。すなわち、初期作業員割り当て工程 (ST1) においては、最低限必要な人数 (少なくとも 1 名) を割り当てるようにしても良い。

【産業上の利用可能性】

【0067】

本発明の部品実装システムおよび作業員割り当てシステムならびに作業員割り当て方法は、複数の部品実装ラインにおいて実装基板が効率的に生産できるように作業員の割り当

10

20

30

40

50

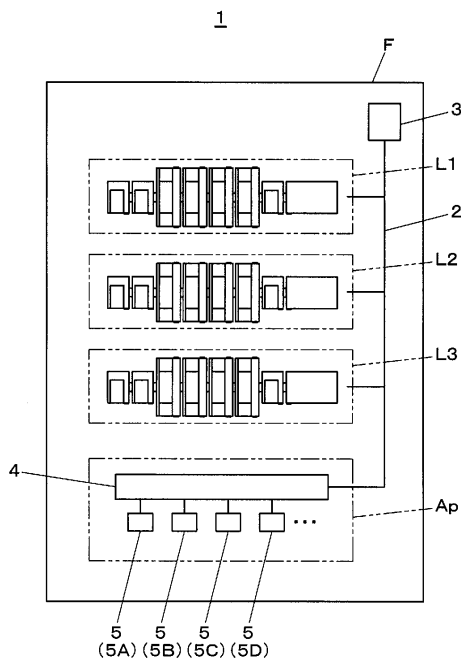
てを決定することができるという効果を有し、部品を基板に実装する部品実装分野において有用である。

【符号の説明】

【0068】

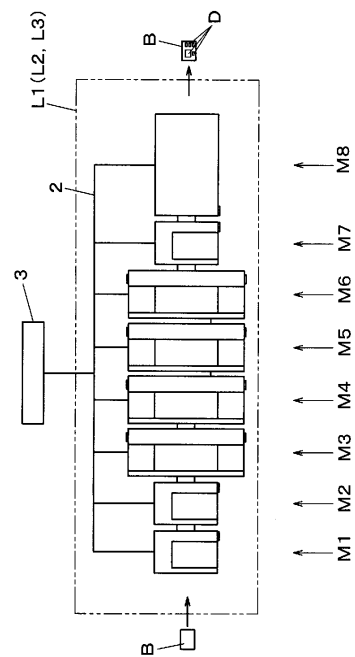
- 1 部品実装システム
- 3 管理コンピュータ（作業者割り当てシステム）
- L1～L3 部品実装ライン

【図1】

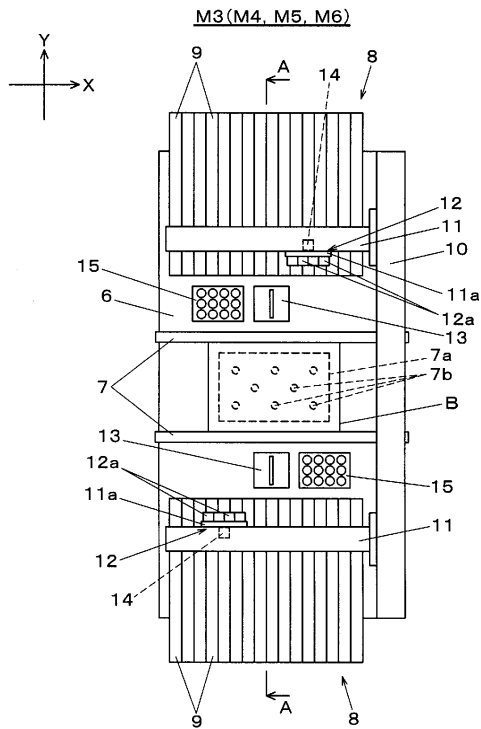


1 部品実装システム
3 管理コンピュータ
L1～L3 部品実装ライン

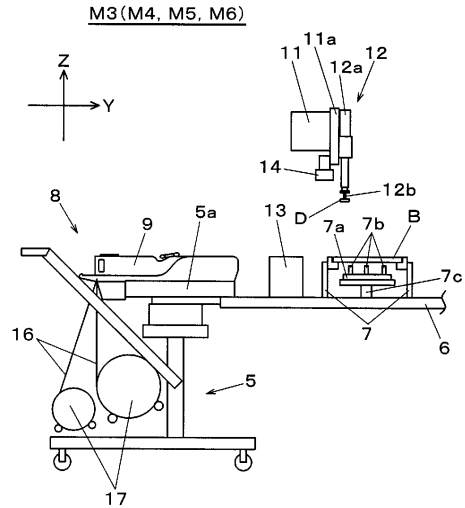
【図2】



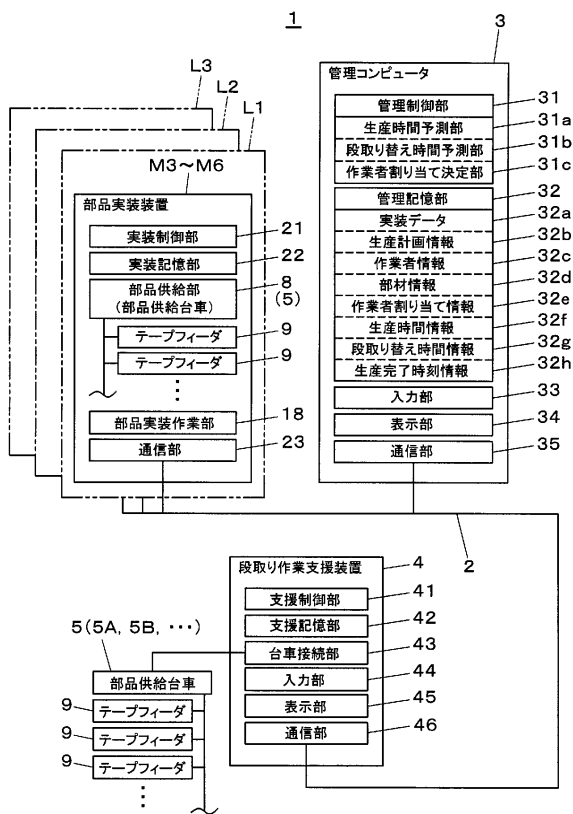
【図3】



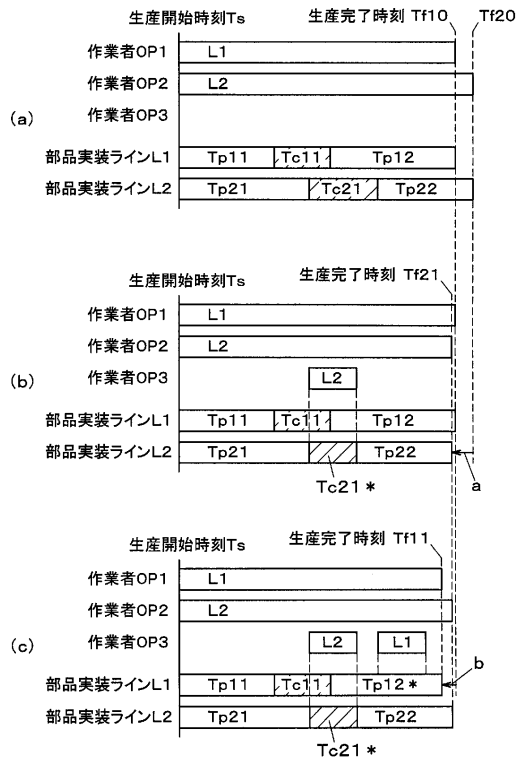
【図4】



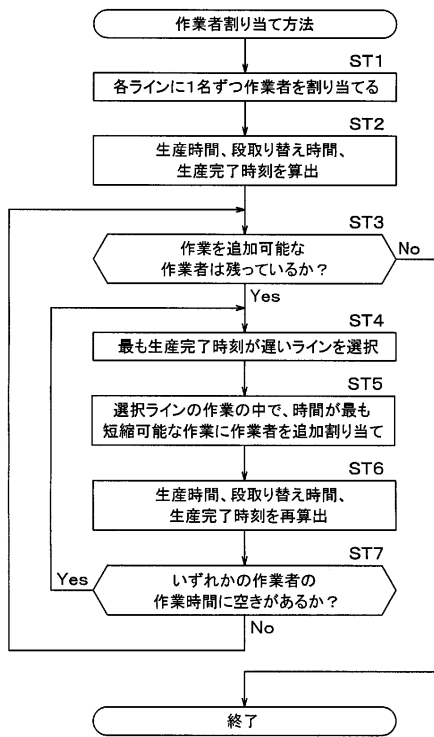
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2015/166538(WO,A1)
国際公開第2005/009101(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G05B 19/418

H05K 13/00