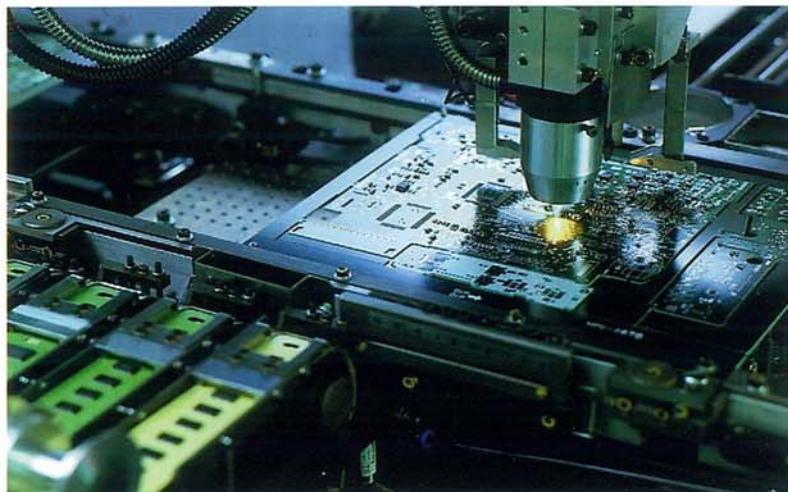


機械実装におけるFAシステム

FA System for Machine Mounting Process

村上 至 *Itaru Murakami*
高石順彦 *Yorihiko Takaishi*
磯川雅人 *Masato Isokawa*



要 旨

近年、開発・設計・生産の短納期化や生産形態の変化に伴い、生産準備業務や生産管理といった製造工程の管理・間接業務が増大している。一方、製品の高機能化、小型化による部品の微小化・高密度化が進み生産工程における機械実装の占める割合が増大している。このため高価な設備を用いる機械実装工程では、設備を効率的に使い品質を確保するため生産準備・管理業務が重要となっている。

当社は、製造の総合効率を高めるため、コンピュータ技術を用いてこのような製造周辺業務の効率化のためのシステム開発・導入を行ってきた。

本稿では、機械実装工程にスポットを当て、神戸工場で実施中の部品のバーコード管理やCAD/CAM支援、生産管理支援などのシステム開発経緯や導入事例を紹介する。

Abstract

Recent production practice shows an increasing workload in process controlling and indirect of jobs such as Production Preparations and Production Controls.

This phenomenon has swelled due to shortening of lead time and changes of manufacturing styles in development, designing and manufacturing processes.

On the other hand, trends of making high-featured of small-sized products have pushed parts micronization and high-density mounting technique which account for higher occupancy of parts mounting robots in the production lines.

Therefore, in the robot mounting processes consisting of costly apparatus, a well-organized management of both Production Preparations and Production Controls has become essential for effective use of the equipment in order to maintain product quality.

At Fujitsu Ten, we have fulfilled this task of enhancing total productivity by introducing and developing computer technique that has enabled high efficiency of those aforementioned production-related jobs.

In this article, we discuss our Kobe factory's history of systems development and introduction of a model case about our already-implemented computerized systems among which are bar-coded parts control, CAD/CAM support and Production

1. はじめに

近年、製品の高機能化・高密度化・高品質化や製造コスト低減のために、プリント基板への部品実装の機械化が進んでいる。そのため、インサージョンマシンやチップ実装機などに代表される機械実装工程が、製造コストや製造品質を左右する重要な工程になっている。また、生産方式のかんばん化に伴い、従来ロット生産を得意としていた機械実装工程も、生産の小ロット化やフレキシブルな工程変更が求められている。

そこで、機械実装工程におけるFAシステムを開発導入し、生産性向上や品質確保、工数削減を行ってきた。本稿では、

- ①実装部品のバーコードによる管理
- ②実装機の実装プログラムの自動生成
- ③バーコードを使った生産進捗管理

の3種類のシステムについて、その開発経緯や導入事例とその効果について紹介する。

2. 機械実装工程の概要

機械実装工程とは、図-1に示す様な部品の自動実装装置を使って、プリント基板にチップ部品やインサージョン部品などを搭載する工程である。この工程を大きく分けると、

- 1) リフロー実装機による、チップ部品やQFP部品などの面実装部品の搭載・はんだ付け。
- 2) 縦型部品や横型部品などのインサージョン部品の挿入。
- 3) 接着剤によるチップ部品の搭載・固定。



図-1 部品自動実装装置

Fig. Parts mounting machine

4) トランスやコネクタ等の異型部品実装

などがあり、それぞれ専用の実装機により部品実装が行われている。ここで実装されたプリント基板は、後工程の基板加工工程で、手挿入部品の実装やはんだ付けを行った後で、製品に組立られる。

現在、当社神戸工場の機械実装工程には、約10種類30台の実装機があり、主にオーディオ製品のプリント基板を生産している。

3. FAシステムの全体構成

神戸工場におけるFAシステムの全体構成図を図-2に示す。製造工程内やその事務所、生産管理部門、製造技術部門などにパソコンを設置し、それをネットワークで接続した。ネットワークOSとしては、NetWareを採用し、社内の製造関連データや製造技術データなど製造に直接関連するデータをサーバで一元管理している。各製造部門などは、ネットワーク接続されたパソコン

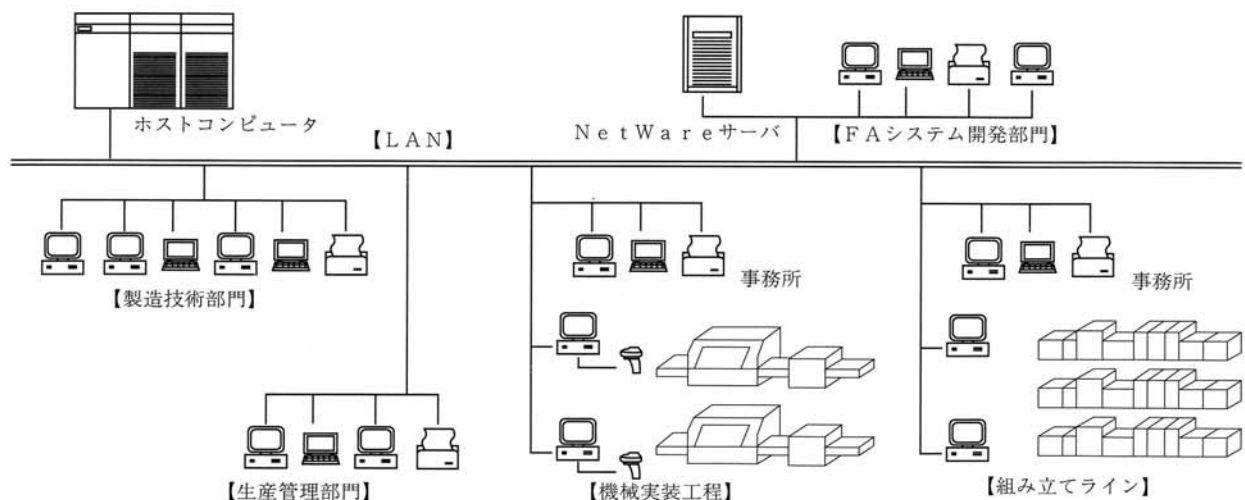


図-2 FAシステムの全体構成

Fig.2 System configuration

から、このデータを共通にアクセスすることで、どこでも同じデータがリアルタイムで使える。また、社内のホストコンピュータとも接続されており、設計情報や生産計画などを読み出したり、生産実績データをホストコンピュータに転送するなど、データの流通も行っている。現在、その端末数は本社工場内で約100台、サーバ内のデータ容量は約3GBに上っており、日々増加している。

4. 機械実装部品のバーコード管理

機械実装工程で使用する部品を効率良く管理するために、バーコードラベルを活用している。バーコードラベルは大きく分けて2種類あり、プリント基板や部品の品番を示す部品認識用と、部品保管場所や各実装機の部品搭載位置を示す場所認識用がある。このバーコードラベルとバーコードリーダの持つ時計機能などを使い、物流情報の収集や、実装機の段取り替え時での部品照合の自動化を行っている。

当社が独自に構築した、バーコードを用いた管理システムについて、各システムの特徴を以下に示す。



図-3 部品バーコードラベル
Fig.3 Bar-coded label

4. 1 部品管理システム

かんばん生産の導入により、MRP (Materials Requirement Planning) で部品発注を行う現行のシステムでは、実際の部品数量と情報の差が発生し、欠品や不健全在庫が増加し管理に多くの工数をとられていた。そこで、部品入庫時に部品名とシリアル番号を付加したバーコードラベル（以後 部品バーコードラベル図-3）をリール単位で発行・貼り付けることにした。この入庫データと部品出庫時の実績をバーコードリーダで読み取り、部品の動き・在庫変動を、リール単位でリアルタイムに管理するシステムを94年7月に開発、神戸工場に導入した。このシステムにより収集したデータを活用して、

- ①在庫照会
 - ②入庫出庫履歴分析（部品別・メーカー別）
 - ③棚卸情報分析
 - ④無線保管場所照会
- などの部品管理業務の支援を行っている。

図-4にシステムの構成を示す。

4. 1. 1 部品バーコードラベル発行 [入庫処理]

入庫作業では、以下の作業を行っている。

- 1) 入庫部品に添付される注文伝票のOCR読み込み。
- 2) ホストコンピュータより転送された注残情報や部品情報を活用し、部品バーコードラベルを入庫したリール数分発行。
- 3) システム内に入庫履歴を自動作成。
- 4) 部品リールにバーコードラベルを貼る。

4. 1. 2 出庫実績収集 [出庫処理]

出庫作業では、以下の作業を行っている。

- 1) 部品バーコードラベルを出庫端末で読み込み
- 2) 出庫履歴を自動作成

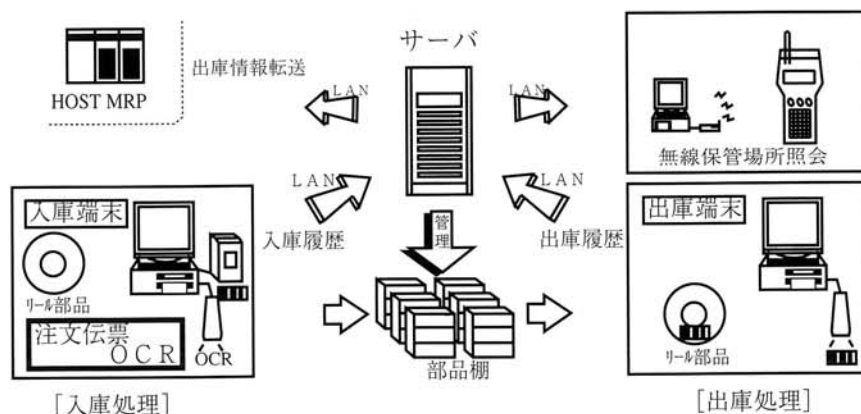


図-4 部品管理システムの処理概要
Fig.4 Parts inventory control system

4. 1. 3 ホストMRPシステムとのリンク

ホストとは以下の部分で、バッチ処理によりリンクしている。

- 1) ホストより、部品ラベル発行に使用する注残情報（新規発注情報）の受信。
- 2) 収集した出庫情報の、ホストへの転送。

これにより、従来のMRPによる部品発注よりも、高精度な発注点管理を可能にしている。

4. 1. 4 無線を使った保管場所照会

部品入庫時に保管場所を特定したり、出庫時にその場所を探し出すため、無線バーコードハンディターミナルを用いた検索システムを導入した。これは、読み込んだ部品バーコードラベルから、サーバ中にある、在庫データや保管場所アドレスを検索して、無線により回答するもので、移動中でもそれらのデータが確認できる。そのため、在庫確認時間の短縮や、熟練作業でなくても、部品を探すことが出来るようになった。

4. 1. 5 棚卸のリアルタイム化

実際の部品の入出庫数量をバーコードを使って管理しているため、サーバの中の在庫データはリアルタイムで更新される。そのため、以前なら数日間掛かっていた部品棚卸しが数分で行える。

4. 2 実装機の段取り替え支援

4. 2. 1 システムの特徴

市場変化による多品種少量生産の増加は、頻繁な段取り替えを発生させ、ヒューマンエラーによる実装部品の補給ミスが増加していた。そこで、バーコードハンディターミナルを使い、3種類のバーコードラベルと、部品の段取り替え情報とを照合するシステムを93年10月より神戸工場で稼働させた。これにより、段取り替え作業時間の短縮や誤品実装の防止が図れた。また、ISO 9000に対応するため、実装部品の使用履歴も収集できるシステムへと機能アップを図り、関連工場への展開を進めている。

現在行っている支援機能を図-5に示す。

1) 空箱照合

使用済み部品と補給部品の品番照合。

2) 補給準備照合

外段取り時、実装機の部品搭載位置順に、全部品を配置し、段取り替えデータと照合する。

3) 部品補給照合

段取り替えデータを元に、使用済の部品のみ補給する場合の部品照合と補給履歴の取得。

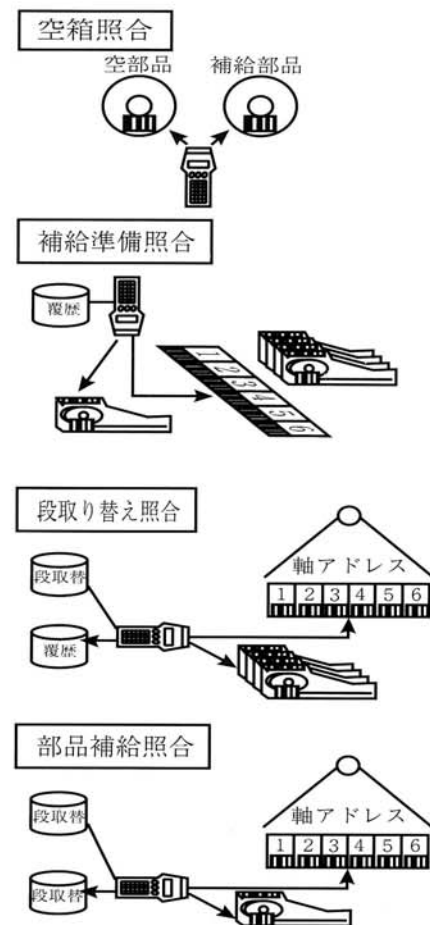


図-5 実装機の段取り替え支援機能
Fig.5 Parts changing process

4) 段取り替え照合

段取り替え時に、実装機の部品搭載位置バーコードと部品バーコード、段取り替えデータとを照合し、段取り替え履歴を取得。

4. 2. 2 バーコードハンディターミナルの活用

現場内でバーコードを活用するには、バーコードハンディターミナルが不可欠である。バーコードハンディターミナルには以下の機能が求められる。

- 1) 生産機種名や部品品番などの表示機能。
- 2) 軽く、充電後の動作時間が長い。
- 3) 複数のバーコードが読め、汚れ・破損でバーコードが読めない場合でもキー入力が可能。
- 4) 時計を内蔵し、収集した情報に日時を付与可能。

今回のシステムでは、これらの機能を活用し、現場作業の改善や品質向上に寄与している。

また、近年、無線によりデータ通信を行うバーコードハンディターミナルがいくつか発売されている。通信速

度・電波法などに制約を受けるが、大量データへのリアルタイムアクセスが可能であり、部品管理に役立っている。今後は段取り替え支援システムにおいても、採用していきたい。

5. 実装プログラムの作成管理

5. 1 実装プログラムとは

部品実装機が、プリント基板へチップ部品やインサクション部品を自動実装するためには、部品データや実装位置などのNCデータが必要である。このNCデータを実装プログラムと呼んでいる。実装プログラムの内容や形式は、各実装機毎に異なり、また、実装するプリント基板別に必要となる。

実装プログラムに含まれるデータは、プリント基板への部品実装位置や、実装する部品の部品軸番号、それに伴う実装機の制御データなどで構成されている。従来は、この実装プログラムを人手により、基板設計図面を元に部品実装位置（X-Y座標）をデジタイザなどで読み取り、それに実装機のさまざまな制御データを組み合わせて作成していた。そのため、プログラム作成に一定のノウハウが必要だったり、作成されたプログラム品質にばらつきがでるなど問題があった。また、プリント基板への部品実装時間は、実装機のX-Yテーブルの移動時間や部品軸の移動時間などで決まるため、実装プログラムに大きく左右される。実装機の稼働率を上げるためには、この実装プログラムの出来が重要な要素になっているのである。

5. 2 設計データの活用

現在のプリント基板の設計は、ほとんどがCADを使用して設計されている。また、使用する部品も、社内の技術情報処理システム内に登録されている。そこで、プ

リント基板内の各部品毎の実装位置データや、実装すべき部品の情報を活用して、実装プログラムの自動作成を行うことにした。設計データを直接製造工程に使う事で、実装プログラム作成時間の短縮や、その品質向上が図れる。しかし、設計品質がそのまま製造品質に反映されるため、設計の質向上も大切である。

設計データは、社内のホストコンピュータの中に収められているため、必要なデータのみを検索抽出してこのFAシステムのサーバ内に転送し活用している。

5. 3 自動作成技術

実際に、CADデータや部品情報を活用してプログラムを自動作成するとしても、ただこれらのデータだけを使用して、CAD/CAMが実現できるとは限らない。部品実装機には、それを制御するためのさまざまな情報が必要であり、また、CADデータや部品情報にも、実装機が活用できる形でデータが収められていなければならない。

5. 3. 1 必要データ

実装プログラム作成に必要なデータの種類を表-1に、その流れを図-6に示す。設計部品表とCADデータは設計データから取得し、その他のデータは製造技術部門で作成した。特に、部品情報やマシンデータなどは、今まで実装プログラム作成者が手作業で行っていたノウハウが反映されており、自動作成を行うための重要な基礎データである。

5. 3. 2 プログラムの自動作成と最適化

実装機は、部品を1点ずつシーケンシャルに実装していく。この時の実装機制御データが実装プログラムとなる。実装プログラムは、前記した各種データを組み合わせ、部品1点ずつのデータとして作成される。最適化さ

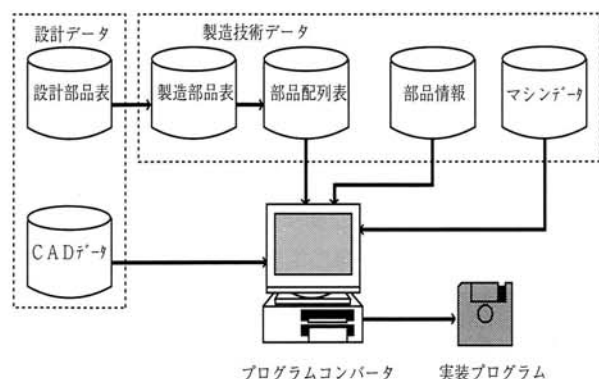


図-6 実装プログラム作成の流れ

Fig.6 Data conversion process

表-1 実装プログラム作成に必要なデータ

データ名	内 容
設計部品表データ	製品毎の構成部品リストで、部品品番や使用数量などのデータ
CADデータ	基板外形寸法や部品毎の実装位置（X-Y座標）などのプリント基板設計データ
製造部品表データ	製品を製造する場合、プリント基板別、加工工程別、実装機別に必要な部品を集約した部品リスト
部品配列表データ	製造部品表を元に、各実装機の部品搭載位置にどの部品を取り付けるかを表した部品段取り替えリスト
部品情報	部品外形寸法やリードピッチ、供給形態など実装プログラム作成に必要な部品個別のデータ
マシンデータ	実装機個々が持つ制御パラメータで、部品品種毎の実装条件や実装位置に対する変換コードなどで構成

れてない実装プログラムだと、この実装順序は通常CADデータで示されるX-Y座標順になる事が多い(図-6a)参照)。これだと実装部品間の距離が遠く、実装時間が長くなることがあった。

そこで、部品実装経路が最短になるようなシミュレーションプログラムを開発し、実装順序の決定に応用した(図-6b)。しかし、実装機の実装スピードは、部品の実装位置だけでは決まらない。チップ実装機の中には、部品配列表で示された部品軸を動かしながら、部品のピックアップを行うものがある。この移動距離もまた実装スピードを決める大きな要因のひとつである。さらに、部品の品種、特に外形寸法の大きく異なる部品を実装する場合、実装機自体の動作スピードが変わる実装機もある。これらの条件を組み合わせ、実装時間が最短になるプログラムが自動作成できるように、プログラムコンバータを開発した。

これにより、実装プログラムの作成時間が、従来人手で行った場合1種類8時間かかっていたものが、30分で出来るようになり、フレキシブルな工程変更が可能になった。また、実装プログラム作成に特別なノウハウが必要なくなり、入社数ヶ月の社員でも、今までベテラン社員が作成していたものと同等のものが出来るようにな

った。さらに、コンピュータ上で各種データを組み合わせるため、データの入力ミスといった単純な間違いが防げている。

5. 4 実装プログラム供給形態の統一

作成された実装プログラムを各実装機に供給する場合、実装機の種類毎に、フロッピーディスクであったり、紙テープであったりしている。そのため、供給側の作成管理が煩雑であり、また製造現場でも、保管場所の統一が取れないなど問題があった。そこで、今まで紙テープで実装プログラムの入出力を行っていた実装機に、パソコンからダイレクトに実装プログラムの転送が出来るようなインターフェースを開発し設置した。これにより、全ての実装機の実装プログラムがフロッピー管理できるようになった。また、将来これら実装機を全てネットワークに接続し、実装プログラムのサーバでの一元管理への布石が打てた。

6. 生産進捗管理

6. 1 システム構成

図-8にシステム構成図を示す。事務所には、パソコン、プリンタ、バーコードプリンタなどを置き、生産計画に基づく現品票の印刷や仕掛かり分析、進捗管理などを行っている。製造現場内には、パソコンとそれに接続されたバーコードリーダーとを10数台配置し、工程内での生産進捗をリアルタイムで取得できるようにした。もちろん、これら全てのパソコンもネットワークに接続し、生産履歴データや各パソコンでのアプリケーションソフトをサーバにより一元管理した。そのため、フロアの違う後工程の製造部署でも、パソコンで機械実装工程の完成品在庫数がモニタできたり、生産管理部門が実績を集計したりできる。

6. 2 バーコード現品票

本システムを構築するに当たり、生産実績を把握する単位をどうするかが重要であった。プリント基板1枚ずつ管理できれば、最もきめ細かな実績が把握できるのだが、現実には管理工数や費用が増加し実現できない。また、生産計画で示された製造ロット単位で管理を行おうとすると、数量が大きくなりすぎて、日々の生産数量と一致しない。そこで、機械実装工程内でプリント基板を搬送しているマガジンと呼ばれる基板収容ラックに着目し、マガジン単位で生産進捗の管理を行うこととした。マガジン単位の実績把握を行うに当たり、まず行ったのが、各実装機毎、各プリント基板毎に異なっていた収

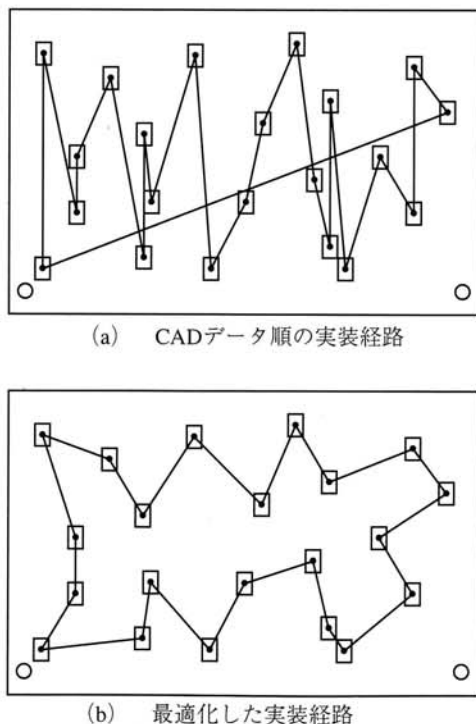


図-7 部品実装経路
Fig.7 Parts Mounting route

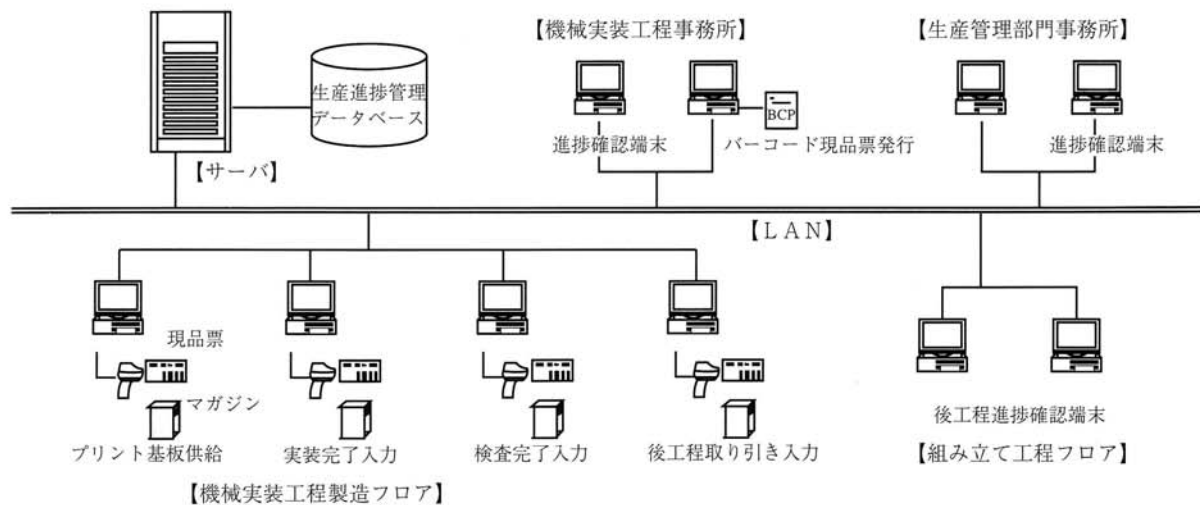


図-8 生産進捗管理システムの構成
Fig.8 Configuration of production control system

容数を統一することからであった。現在では、ほとんどの製品で20枚/1マガジンとなっている。次に、このマガジン毎を区別していくために、それぞれにバーコード付きの現品票を添付した。実際の生産実績の取得は、このバーコードを読み取るだけで行われる。

現品票を図-9に示す。

- 現品票に記載している内容は、次のとおりである。
- 1) 管理区分
生産数量によって、毎日コンスタントに生産するものと計画的に少量だけ生産するものとに分けられ「通常」あるいは、「指定」と印刷。
 - 2) 管理番号
製品毎の追番。
 - 3) 製品名
基板完成品番、プリント基板、製品の機種名など。
 - 4) 生産オーダー
生産計画の年月旬と、そのオーダーに対する現品票

発行枚数。

- 5) 収容数
プリント基板収容枚数と、生産台数。
- 6) 流動工程
このプリント基板を生産するのに必要な実装機と実装順序。
- 7) コメント
特記事項記載欄。

6. 3 生産進捗管理の方法

6. 3. 1 数量管理

製造現場内では、数量管理は全て現品票単位で行われる。そのため、生産計画で指示された数量を、何枚の現品票で生産するのか、言い換えれば、マガジン数にしていくらか生産したらいいかを算出することが大事である。通常生産オーダーは、1マガジンの基板収容数20枚の倍数にはなっていない。しかも、製品によっては、プリント基板1枚で複数台製作できる綴り形状のものもある。これらを加味して、現品票の発行枚数を算出すると、必ず1マガジンが基板20枚にならない端数製品が出てくる。製造現場の管理工数を削減するためには、1マガジンの基板収容数は一定の方が良いに決まっている。そこで、生産計画上の日程や納期を考え、次の生産オーダーでその端数が解消できる場合に限り、端数分を次回に繰り越すという処理を行っている。

このようにして発行された現品票を使って、実装機毎の実績を取得する事で、生産完了台数や仕掛かり台数の把握が可能になった。さらに、工程内での仕損発生時には、その数量を現場内のパソコンから入力する事で、自

通常	ノノ	Add	A4	★現品票★	☆☆	管理番号	0000543
93/0303 旬の 0001 00020/00:00							
20枚 20 台 端数 0 台							
1 CM82MD24 68.00s/Dai 22.67m/Mag							
2 CM92ML 8 46.00s/Dai 15.33m/Mag							
3 UNIV. 5 30.00s/Dai 10.00m/Mag							
4 VCS. 12 36.00s/Dai 12.00m/Mag							
9 TCM. 11 97.00s/Dai 32.33m/Mag							
第四製造課							
り検							
子検							
完成品 121160-1470A							
生基板 121941-0700							
機種名 121000-7910							
旧品名 121160-1470							

図-9 バーコード現品票
Fig.9 Bar-coded magazine ticket

製 品 名	管理番号	工程No.	実装機名	処理年月日	処理時刻	良品台数	仕損台数
790160-0120A000	0000593	30	CM82 MD2 1	95/01/17	13:26:41	20	0
111160-00100000	0000091	25	TCM60 2	95/01/17	13:27:13	40	0
121150-0360B000	0019320	90	CHIP 1	95/01/17	13:27:15	18	2

図-10 生産履歴データ

Fig.10 Production record

表-2 生産履歴の内容

項 目	内 容
製 品 名	プリント基板毎の基板完成品番
管 理 番 号	基板完成品番毎の追番（マガジン毎に付与）
工 程 No.	実装順序や検査順序の番号
実 装 機 名	実際に実装した実装機の名称、号機No.
処 理 年 月 日	バーコード読み込み年月日
処 理 時 刻	時刻
良 品 台 数	実装や検査の完了した台数
仕 損 台 数	不良が発生した場合の仕損台数

動的に次の生産オーダーにその数量が反映され、欠品が無くなった。

6. 3. 2 進捗管理

工程内の生産履歴の取得は、プリント基板供給、実装機毎の実装完了、検査工程での検査完了、後工程の引き取りなどで、現品票のバーコードを読み取って行う。現場の作業者は、現場内に設置しているパソコンまで、該当する現品票を持参し、まず実装機のバーコードを読み込む。次に、現品票を読み込んで、その実装機での実績が入力される。もしも、正規の工程順序通りに実績が入力されないと、工程忘れや実装機エラーとしてメッセージが表示され、工程飛び防止に役立っている。生産履歴データの概要を図-10に、その内容を表-2に示す。

マガジン毎の進捗状況や、生産オーダーに対する完了実績、工程内の仕掛かり量などは、現場内のパソコンや事務所のパソコンで確認できる。現場の責任者はこのデータを元に、生産の進みや遅れを判断し、生産指示に結び付けている。

工程内の複数の実装機を何度も通過する機械実装工程

では、このようなパソコンとバーコードによる生産進捗管理が非常に有効であることが実証できた。特に、最近のかんばん方式に対応した生産形態を実現するためには、素早い機種切替えと、柔軟な生産管理が不可欠であり、従来の人手による数量管理では、なしえなかったと言っても過言ではない。

7. お わ り に

以上、機械実装工程で実施中のFAシステムについて概要を紹介した。製造工程を取り巻く環境が、高効率、高品質に向かうに従って、コンピュータやネットワーク、バーコードなどの利用が活発化してくる。また、CAD/CAM/CIM化の波が確実に大きくなっている今、設計部門や製造部門、生産部門などの連携がますます重要になってくる。全社のベクトルを合わせるとともに、私たちも、こうした波に乗り遅れないよう技術のレベルアップを図りながら、さらなるFAシステムの充実を行っていきたい。

筆者紹介

村上 至 (ムカミ イタル)



1980年入社。以来生産技術開発やデバイス開発に従事。1991年よりFAシステムの開発に従事。現在生産技術開発部FAシステム開発課在籍。

高石 順彦 (タカイ ヨリヒコ)



1986年入社。品質保証部勤務を経て、1992年よりFAシステムの開発に従事。現在生産技術開発部FAシステム開発課在籍。

磯川 雅人 (イソカワ マサト)



1979年入社。以来生産用自動化機器の開発に従事。現在生産技術開発部FAシステム開発課長。