

# 製造工場のプラント・オートメーション

伊藤 寿朗\*

## 1. はじめに

コンピューター・システムを補助手段とした製造工場のプラント自動化を考える場合、対象となる工場の種類・形態・規模・他施設との連携関係等により、自動化の具体的問題点はもとより、システム設計における基本的方針・目標などがかなり大幅に変わってくる。限られた紙面の中でこれらを網羅的に解説すると、現実性に乏しい範囲に留まってしまうおそれがあるので、ここでは学会員の方々に緑の深い電子計算機の製造工程の一部であるサーキット・パッケージ生産工場に例をとり、その生産工程の自動化の実態を紹介することとした。

弊社の場合、電子計算機の主要部品となるサーキット・パッケージ (CARD, BOARD を主とする電子回路部品) は野洲工場で生産され、その最終製品は、電子計算機本体の組立を担当している藤沢工場に出荷される。

図 1-1 は、これら電子回路部品の相互関係を図示したものである。

また、野洲工場における生産体系を大別すると、プリント基板を作るパネル製造工程と、最終製品としての CARD, BOARD を組立てるアセンブリー工程の 2 つに分けられる (図 1-2)。

本稿では、以上のような製造ラインを補佐している数値制御・管理システムを紹介する。

## 2. 研究開発と生産情報

電子計算機システムに必要な論理回路の設計は、世界各国に散在する研究所において、各々の担当技術分野について、デザイン・オートメーション (DA) と呼ばれるシステムを用いて行われる。その結果、生産用の技術情報は技術変更通知 (ENGINEERING CHANGE, 略して EC) として各研究所から生産工場に送られてくる。

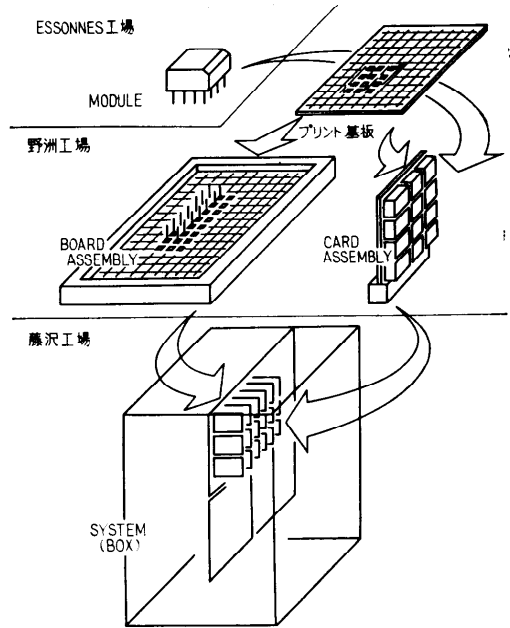


図 1-1 論理回路の部品構成

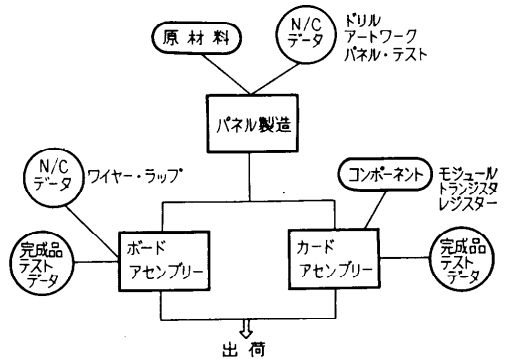


図 1-2 生産体系とデータ

EC には各種の生産情報が含まれているが、その中心は ENGINEERING INTERFACE TAPE (EIT) と呼ばれ、各々の部品 (PART NUMBER, 略して P/N) に特有である次のようなデータから構成されている。

\* Plant Automation System at IBM Yasu Plant, by Toshio Ito (Technical Systems, Yasu Plant, IBM Japan)  
 \*\* 日本 IBM 野洲工場情報管理第 1 システム

- 回路の数, 種類.
- コンポーネントの数, 種類.
- 論理回路図面.
- 診断用情報.

各 P/N に共通な標準データは, 標準情報として, EIT とは別に, その設定, 更新ごとに送られてくる.

### 3. リリース・プロセッシング・システム

EITを処理するシステムはリリース・プロセッシング・システムと呼ばれ, 次のような機能を持っている.

a) アセンブリー図面, 論理回路図面, プリント配線図面等を特殊な活字をつけたプリンターにて作成する.

b) EIT の内容をヒストリー・ファイルに取り, 古いデータの再使用に備える.

c) 標準部品, コンポーネント等に関するファイルの更新を行う.

d) 上記関連ファイルを参照しながら, その P/N を構成する部品表 (BILL OF MATERIALS 略して B/M) のデータを編集する.

e) 数値制御データ作成システムへ, 標準フォーマットのデータを入力する.

f) DA にて作成されない各種リスト——例えば B/M, ワイヤー・リスト, リワーク・インストラクション等——を作成する.

このシステムの特徴の一つに, 中間ファイルとして作成される RESTRUCTURED ENGINEERING INTERFACE FILE (REIF) が挙げられる. 次々と開発される新しいテクノロジーや, 新製品に対する DA のシステムが更新され, それに伴って EIT が変更された場合でも, 生産工場側の諸システムに直接影響を与えないよう REIF は標準化されたフォーマットになっている. 図2から明かなように, EIT が変更されてもステップ I のプログラムの一部を修正するだけで十分対処することができる. ステップ II のプログラムにより, REIF は関連ファイルのデータと照合, 再編され, 数値制御システムへの入力である N/C-REIF, 製造用の各種図面, および工程表作成システムや管理システムへの入力となる SUMMARY OF PRODUCT BY ENGINEERING CHANGE (SPEC) ファイルが作られる.

### 4. 工程表作成システム

野洲工場における生産工程は, カードやボードで

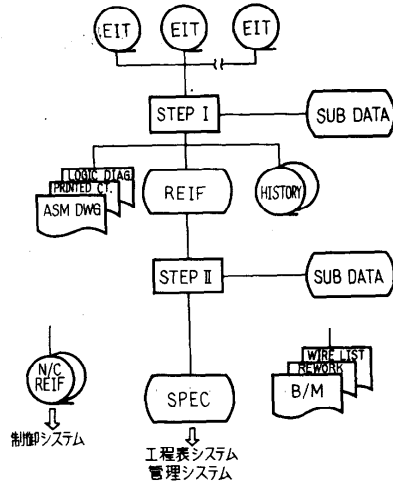


図 2 RELEASE PROCESSING SYSTEM

異なることはもちろん, MONOLITHIC SYSTEM TECHNOLOGY (MST)や, SOLID LOGIC TECHNOLOGY (SLT) のテクノロジーによっても異っている. さらにそのテクノロジーも, いくつかの種類に分けられ, それぞれ異った生産工程にて製造される. あ

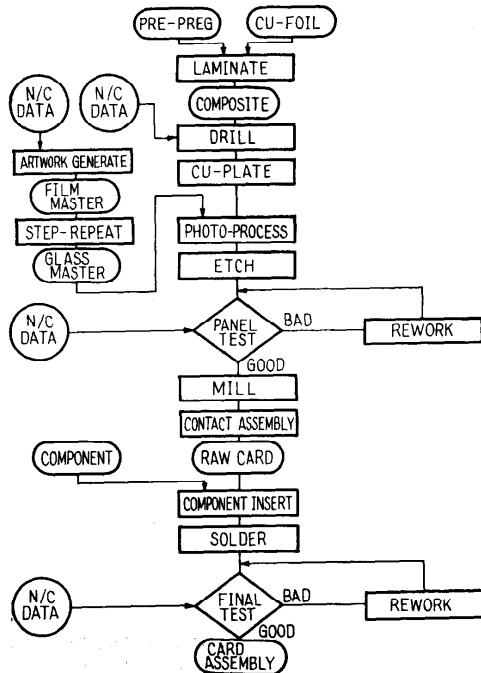


図 3 工程と数値制御

一つの P/N が、どのような原材料や部品を使い、どのような工程を経て完成品となるかということを表しているのが工程表である。工程表作成システムは、SPEC ファイルのデータを基に、テクノロジー別、カード、ボードの別等の項目毎に予め定められている工程選択ファイルと、それに対応している工程説明ファイルとを用いて、技術員用の工程表を自動的に作成すると同時に、SPEC ファイル上に工程のデータを付加する。技術員の検査、承認を経て、初めてその工程表によって当該 P/N の生産が可能になる。

このシステムは、その外、手操作による SPEC ファイル変更（追加、削除、更新）の機能を有している。

図3はカード生産工程の一例である。管理システムによって製造用工程表作成のために必要な情報を SPEC ファイルより取出し、再び管理システムに渡す。（後述。）

### 5. N/C データ作成システム

図4は N/C データ作成システムである DATI システムの概念である。DATI は、DRILL ARTWORK TEST INFORMATION を意味するが、ここでいう TEST とはプリント基板のテストであり、最終製品であるカードのテストとは異なる。

リリース・プロセッシング・システムにて作られた N/C REIF テープは、DATI システムによって各 N/C 機械特有のコード（N/C コマンド）に変換、編成される。

プログラムは、ドリル系、アートワーク系（ワイヤー・ラップも含む）、テスト系と独立しているが、その設計は標準化されており、同じ主制御プログラムの下で逐次、主記憶装置の中に呼ばれる構成になっている。各系統はさらに共通とアプリケーションの2つの機能に分けられる。アートワークを例にとると、2種以上の機械、したがって2種以上の N/C コマンドを必要とする時でも、それぞれの機械に特有な部分に対応するアートワーク・アプリケーション・プログラムが取扱い、アートワークとして各機械に共通部分の処理は、共通・プログラムが行うというシステム設計である。

N/C データの流れをまとめると、DA の出力である EIT は製品間（カード、ボード）およびテクノロジー（MST, SLT）によって異っているが、それらはリリース・プロセッシング・システムによって一旦 REIF と

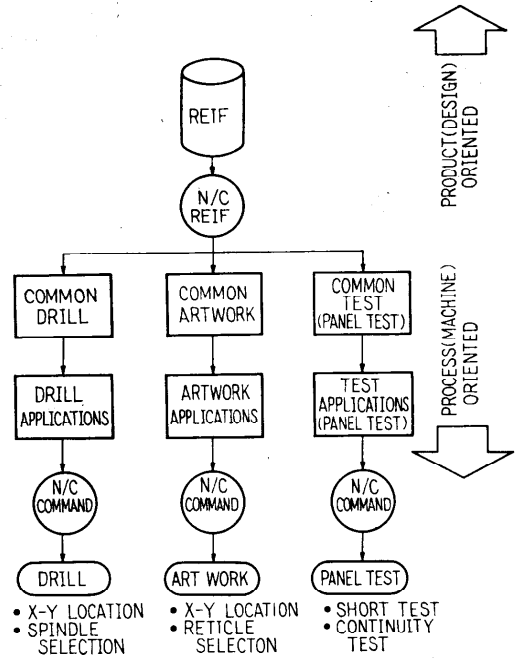


図4 DATI システム

いう中立的データに変換され、次いで DATI システムによって、生産機械用の N/C データに再編集される。

ここでドリル、アートワーク、テストの工程を簡単に説明する。

#### イ) ドリル

24軸の数値制御ドリルが使用される。プリント基板を載せたテーブルの X, Y 方向の動きと、24軸の1軸毎の下げを数値制御する。

#### ロ) アートワーク

写真処理によって、パネル表面上の銅箔にサーキットを焼付けるための原板をアートワークと呼ぶ。N/C データにより X, Y 方向のトレース、スリットの選択および露光の点滅を行う。

#### ハ) テスト

プリント配線に於て、設計上、電気的に接続されなければならない全ての点（NET）が完全に導通しているか、かつ各 NET 同志が短絡していないかという2種類のテストが行われる。

### 6. 最終カード・テスト・システム

最終カード・テスト・データは、これまでに述べてきたシステムとは別の系統で作成される。製品の製造

過程における加工や、検査が、本質的には製品の機械的形狀寸法や結合状態だけを機械的論理で処理して行けば達成できるのに対して、論理回路の試験は、余りにも諸条件の組合せの数が多いので、機械的に処理するのが不可能なためである。

DA から、EIT が作られる時、同時に LOGIC MASTER TAPE (LMT) が出力される。この2つのテープを入力として、TEST DATA GENERATION (TDG) システムが最終カードの試験データを作る。

TDG システムは非常に大型のコンピューターを必要とするので、現在はアメリカの一工場だけで行われており、各生産工場はそのデータの配布を受けている。しかし、その機能は年々改善されており、近い将来には、野洲工場でも TDG システムを使って試験データを作る可能性も十分考えられる。

この試験データは諸解析により便利なように作られている。つまりプログラムのシンボリック言語のように人間が読める形態になっている。使用工場側では、これを機械語並の N/C データに変換するため、また主ファイルにデータを保管するために TEST DATA CONTROL (TDC) システムを持っている。

図5は MSTカード・テスト・システムの系統である。最終加工工程を経たカードは初め NODAL MEASUREMENT TESTER (NMT) にかける。ここではカードにある各 NET の導通と短絡が試験され、コンポーネントのインピーダンスが測定される。試験不合格のカードは不良個所、測定値などの診断情報と

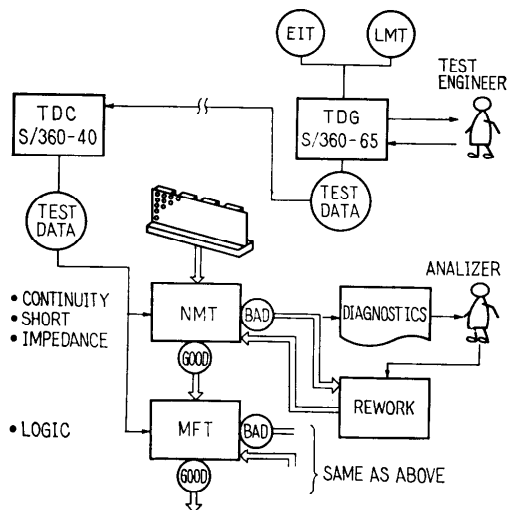


図5 FINAL TEST システム

共に REWORK に回され、再び試験される。合格したカードは MST FUNCTIONAL TESTER (MFT) にかける。試験データに従って論理回路の試験が行われる。各入力端子に電圧が設定され、決められた入力を与えた時に期待する出力が得られるかどうかを検査されるのである。MFT の試験に合格したものは、製品として出荷される。

## 7. 制御用システム

図6は野洲工場制御用システムの概要である。

最終カード・テスト・システムで述べたテスター、NMT と MFT は1台の LOGICAL CONTROL UNIT (LCU) によって制御される。この LCU は S/360 モデルの 30 の CPU にハードウェア的改造を加えたものであり、NMT, MFT を制御できると同時に、本来のモデル 30 の機能はほとんどそのまま残されている。従って LCU のプログラムは S/360 のプログラムとほとんど変りがない。2311 ディスク・ストレージがシステム・レジデンスと試験データ・ファイルとして使用され、1443 プリンターが診断情報出力の為に使用される。LCU は中央システムである S/360 モデル 40 に TRANSMISSION CONTROL UNIT (TCU) と、TCU ADAPTER (TCUA) とを介して結合されている。LCU 側から試験に必要なデータが要求されると、中央システムのモデル 40 は 2314 ディスク・ストレージより当該 P/N のデータを読み出して LCU 側へ送る。データの量は P/N 当たり 50,000~100,000 バイト程度であるが、応答時間は、2~3秒以内におさえられている。さらにオンラインにてデータを供給する機能の補助としてテープが使用される。中央システムのデータ・バンクより抽出されたデータはテープに書出され、LCU 側の 2415 テープ・ユニットより 2311 ディスク・ストレージに貯えられる。

パネル・テスターも類似の LCU によって制御され、NMT, MFT に対するのと同時に中央システムよりオンラインにてデータの供給を受ける。

一方、ドリル用機械やボード用のワイヤー・ラップマシンは、STANDARD DATA ADAPTER (SDA) を通じて TCU に接続され、各端末より P/N を指定すると実時間処理に必要な N/C データが送られ、機械を動作させる。これらの機械に対しては、補助データとしてカード・デッキが作成される。

ネットワーク作成用の機械に対しては、現在テープ

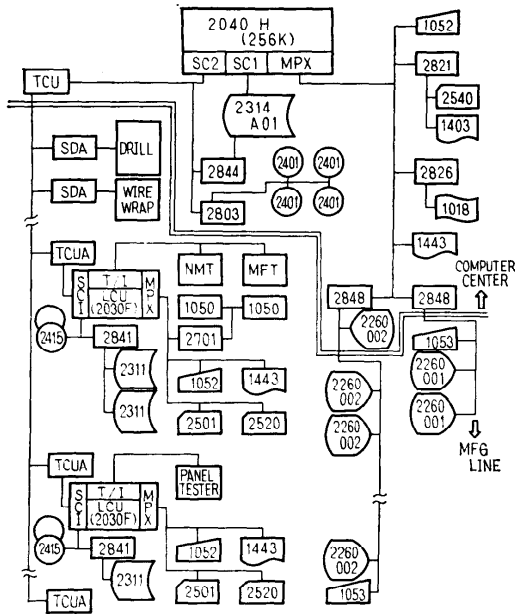


図 6 制御システムの構成

システムによる N/C データの作成, TDC システムによる最終カードの試験データの作成などを, 多重プログラミングや, 時分割の技法を駆使して効率良く実施する。

### 8. 生産管理システム

一般の生産工場と同じように, 野洲工場に於ても需要予測, 在庫管理等のシステムを用いて生産計画が立てられる。この段階までには, リリース・プロセッシングによって保守されている SPEC ファイルから各種情報が抽出されているのであるが, そのデータの流れの説明は割愛し, 本章では生産ラインに関連する管理システムの一般的な説明にとどめたい。

生産計画に従って製造命令が出されると, 工程表作成システムに入力され, 工程表に関するデータが出力される。これを基に DOCUMENT CREATION SYSTEM (DOC) は製造用工程表を中心とした各種製造資料を作成し, 同時に在庫カード等のトランザクション・カードをも出力する。それらの出力は, ブーツと呼ばれるケースにまとめて入れられる。このブーツの流れが即ちその P/N の製造工程を表すともいえる。

在庫カードによってストックから必要な原材料や部

にて N/C データを供給するというオフライン形式であるが, 生産規模の拡大等により, 必要とされればいつでもオンラインによるデータの供給ができる態勢にある。

ディスプレイ装置である 2260 モデル 1 は, TDC システムにおいてデータの検査, 修正を行うために使用されると同時に, オンライン・リモート・デバックと呼ばれるプログラム試験用にも使用される。同種の 2260 モデル 2 は MANUFACTURING FLOOR CONTROL (MFC) システム用に使用される。この 2260 モデル 2 が生産ラインの要所要所に設置され, 製造命令に従って原材料や部品がストックより出庫されてから, 最終製品となってストックに戻ってくるまでの物の動きを実時間処理にて把握し, 制御することができる。(次章参照。)

1018 紙テープ・パンチはボード用の半自動ワイヤー・ラップ・マシンの N/C データを出力する。2260 モデル 1 を通じて紙テープの修正も可能である。

中央システムである S/360 モデル 40 は, この章でこれまで述べてきたオンライン・オペレーションを行うと同時に, 前述した DATI シ

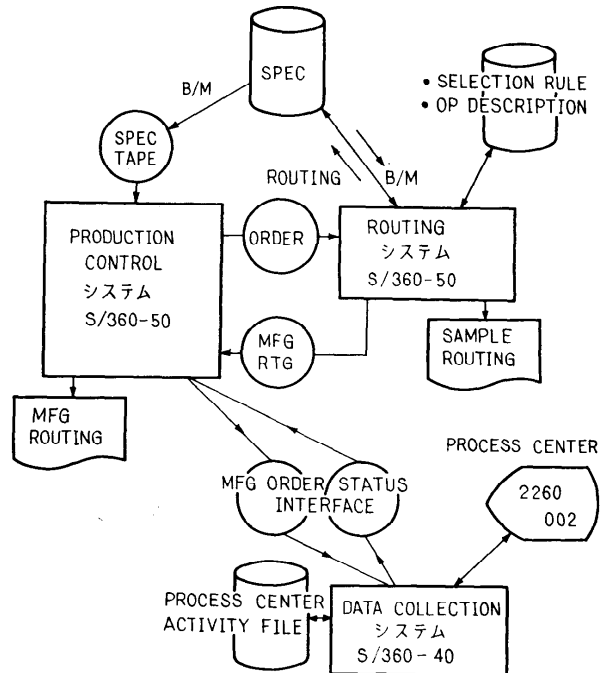


図 7 関連するアプリケーション

品が出庫されると、その出庫カードは在庫管理システムの在庫ファイルを更新し、MFC システムへは 2260 を通じて入力される。以後、製造命令が1つのプロセス・センターから他のプロセスセンターへ動くたびに、加工した量、スクラップの量等がオーダー番号とともにコンピューターの MFC ファイルに入力される。それらのファイルの内容は、常に、即座に 2260 上に表示することができる上、必要とあれば、その内容を印刷することもできる。さらに生産計画の担当者は、2260 を通じて製造命令の内容を変更したり優先順位を変更することができる。

一日の作業が終了すると、それらのファイルの内容はまとめられ、原価計算システム、在庫管理システム、生産計画システム、品質管理システム等へ入力される。これらのシステムでは関連するファイルを更新し、各種管理資料を作成するとともに、新たな製造命令を出す。

すべての工程を経て完成した製品がストックに入庫

された時点で、その製造命令に関するデータは MFC システムのファイルより消され、製品は出荷を待つことになる。図7はおおまかなデータの流れを示したものである。

## 9. お わ り に

製造工業におけるプラントオートメーションは最近になって漸く脚光を浴びてきたものの、生産形態の違いもあって未開発の分野が多い。

ここに日本 IBM 野洲工場の生産ラインにおけるコンピューター利用の一例を紹介したが、正直なところプラント・オートメーションという言葉からくるイメージには程遠い感じがしてならない。今後の課題として、勤務状況記録、マシン・モニタリング、化学処理装置のプロセス・コントロール、工場内通信等のシステムをも含めたプラント・オートメーションを目標にしていることを記して、本稿の終りとしたい。

(昭和 47 年 2 月 29 日受付)