《解 説》

写真1 検査盤、表示盤

コンピューターの利用による めっきの完全自動化

—その① 制御システムについて

Complete Automatic Plating
Equipments Controlled
by Computer Systems (Part I)

上野山 衛*

Mamoru Uenoyama

橋本 滋雄*

Shigeo Hashimoto

本稿では、複数小ロット生産に使用されている。大型自動めっき設備のコンピューター制御事例を中心に、めっき設備のコンピューター制御方式を紹介する。

1. はじめに

めっきに係わりの深い産業のめっき生産システムにおいて、ようやく低成長経済への適応体質が定着しつつある。この動きの中でのめっき自動機設備投資にあつては、めっき自動化ラインのより一層の省人化およびめっき機能、コストの量、質双方のアセスメント（見直し）と、その管理に関して可能な限りの自動化、更には、小ロット、数品種の混合操業という要求が顕著になってきている。

このようなめっき自動化ラインに対するニーズは、結果的にはコンピューター制御の採用を促すことになり、最近、コンピューター

制御めっき自動機が、潮流になりつつある。当社では、6年前（1973）よりめっきラインのコンピューター制御システムに関するハードウェア、ソフトウェアの開発を手がけ、4年前（1975）にキャリア群制御仕様の完成をはじめとして、UPCS (Uyemura Plating Computer Control System) として当社製めっき自動機に組みこみ、幾多の実績をあげている。

UPCS 適応自動機においては、昼休み、終業時の無人ロードアンロード運転、被めっき物の品種に合わせた工程手順、めっき時間、電流値の自動切換などの多様な操作システムを実現できる（図1参照）。

* 上村工業(株)中央研究所、総合技術室
〒573 大阪府枚方市出口1-5-1
☎0720 (32) 8171

* Uyemura Co., Ltd.
5-1, Deguchi Ichome, Hirakata-shi, Osaka 573

2. システム機器構成

制御機器構成は、コンピュータープロセス入出力装置・動力盤・操作盤で機器制御系をつくり、この機器制御系を支援するものとして、紙テープリーダー・CRT ディスプレイ装置・機器運行表示盤など(図2参照)を備えている。この事例では、つぎの5つを支援している。

(1) ダイアグラムの変更

ダイアグラムとは、搬送機(以下キャリアと称す)が持つ動作手順表のようなものであり、工程の変更により、作業側側の要求に合うダイアグラムを作成可能である。また、特殊な仕様であるが、現在時点における最適の動作を計算し、運行を進行させる仕様も可能である。

(2) サイクルタイムの変更

サイクルタイムとは、被めっき物が定

間隔に完成品として出てくる時間間隔であり、被めっき物素材の変化、工程の変更によるサイクルタイムの変更が、作業側側の要求により随時可能である。

(3) 障害メッセージ

瞬時停電の回数、設備停止における自己診断により原因表示、および復旧方法の通知、被めっき物電流値異常、液温、液面の異常通知などを行ない、障害に対するカルテを作成する。

(4) 被めっき物電流値の変更

複数品種の被めっき素材の電流値制御をしており、被めっき物該当電流値を記憶し、めっき槽に被めっき物がくると、記憶電流値の通電を行なう。また、被めっき素材の電流値の変更は、現場操作盤で設定も可能であり、集中管理分散管理ができる。

(5) 完成品数および不良品数のロギング

複数品種の1日当りの完成品数、不良品数のロギングを行ない、1ヵ月当りの集計を行なう。

3. システムの特徴

コンピューター制御を採用するメリットは、なんといっても制御対象が多ければ多いほど、あるいは、制御内容に論理的判断が多く盛られていなければならないほど、シーケンス制御方式にくらべ、コストパフォーマンスが高くなる。またコンピューター制御によるめっき設備を導入するいくつかの理由をひろい出して見よう。

- (1) 制御対象機器が多数あり、各自が異なった動作をするために、頭脳が同一数だけ必要になり、調整、修理、スベ-

図1 キャリヤー動作指令フローチャート

ス、保守運用に問題があった。そのため、頭脳の一本化、集中管理方式を採用したかった。

- (2) キャリヤバーの運行を集中管理するための位置表示および電流値の制御などにより、コスト上昇を未然に防止することと作業ミスの低減がはかれる。

また、記憶装置を使用しない場合にはセンサー増大により、保守運用の問題を生ずる。

- (3) 制御機器自体の診断を容易に行ないたい。
(4) ダイアグラムがなく、状況に合わせた

最適の運行動作が必要であった。

以上が導入する理由である。

具体的に、導入した結果、特徴的なものをひろい出して見よう。

- (1) 横行キャリヤと列間トラバーサーの衝突防止を予測型で制御でき、キャリヤ個々の異常遅れによるインターロック停止とインターロック解除を自動的に制御し、現場作業者の負担を軽くできた。
(2) 設備停止に関して、すべて予測型で制御しているため、大事故停止につながらず、未然に設備を停止させ、作業者通知を行なうフェイルセーフ型の制御が可能

図2 めっき自動制御システムの概略

であった。

- (3) キャリヤー間の相互制御が可能で、個々キャリヤー操作モードであるモード切替え、手動→自動、自動→手動の切替えが簡単である。

また、被めっき素材複数品種の混合ライン稼動が可能で、設備運用効率の向上がはかれた。

- (4) 複数キャリヤーを操業状況に合せた運行が可能になり、省略化がはかれた。
 (5) 複数品種混合ライン稼動可能により、従来からの被めっき素材に該当する電流値の設定における時間的ロスが皆無になり、省人化がはかれ、作業ミスも低減した。

4. ハードウェアの概要

めっき設備自動制御に使用するコンピューター機器の制限はないが、16ビット、8ビット両機種が使用可能である。この事例に使用したコンピューターは、16ビット並列処理を行ない、5個の16ビット演算レジスタ、6種のアドレッシングを持ち、最大64K語（128KB）までメモリー増設が可能である。また

写真2 PIO装置

割込み処理方式は、3レベルの多重割込み制御で、プログラムステイタスワードにより割込み要因も判別可能である（写真1カット7ページ参照）。

5. 外部機器インターフェイス装置

装置と装置との接続条件を装置間インターフェイスというが、DDC制御の目的のもとに設計されたコンピューターシステムでは、小さいシステムから大きいシステムまですべてが同じ入・出力装置を使用できることが必要である。そのためには、入出力チャンネルと入出力装置とのインターフェイス、すなわちI/Oインターフェイスを標準化しなければいけない。したがって、外部機器装置とのインターフェイスはわれわれが開発した。PIO装置（Process Input Output）の特徴的なものをひろい出して見る（写真2参照）。

- (i) 入出力形式は、接点入出力・TTLレベル入出力の2種類を持ち、混合使用が可能である。
 (ii) 入出力カードの入出力点数はワンカード16点持ち、カード上には発光ダイオードがついており、現在の入出力状態を表示しているため保守運用・調整が簡便である。
 (iii) 割込みカードは、エコーリセット方式を採用している。エコーリセットとは、CPUレジスタに“1”を読み込んだビットに対して、PIOレジスタを“1”→“0”に変換し、“0”は元の状態のまま保留する動作である。

CPUレジスタ

|○○○●|●○○●|○○○○|●●●●|

（エコーリセット動作前）

PIOレジスタ

|○○○○|○○○○|○○○○|○○○○|

（エコーリセット動作後）

- (iv) アナログ量制御のためのAI（アナログ入力信号）、AO（アナログ出力信号）カードがあり、コンピュータ内での情報のやりとりはBCDコードで行なわれる。ワンカードで4台の整流器が制御できる。
- (v) 各種カードは標準化をはかっており、コンピュータ制御機器ブランドが変更されても、コンピュータと外部機器のインターフェイスカードの交換だけで、接続が可能になる。
- (vi) コンピューターの暴走をプロセス入出力装置で監視し、また、反対にプロセス入出力装置をコンピュータで監視する機能もあり、互いにフェイルセーフ型で関係している。

6. ソフトウェアの概要

ソフトウェアの構成は大分類すると7プロ

ックに分類することができる（図3参照）。

(1) リアルタイムモニター部

実時間管理プログラムで、機能はアプリケーション部、IOCS部を管理する親分プログラムであり、全てのアプリケーション並行処理を管理する。

(2) IOCS部（Input Output Control Program）

周辺装置と中央演算処理装置との間の関係を管理する機能を持ち、同時にアプリケーションプログラムの内で、周辺装置を使用するプログラム作成の容易さをはかるプログラムである。

(3) 時間セットタスク部

一定時間ごとに事象時間管理タスクを起動させるプログラムで、アナログ量のサンプリング時間を設定する。

(4) 事象時間管理タスク部

運行指令タスクでセットされた、横行キャリア列間トラバーサー動作所要時間を管理

図3 主タスクロジック

し、キャリアー・トラバース動作所要時間エンドを運行指令タスクに通知し、運行を前進させるプログラムである。また、異常キャリアーと正常キャリアーの時間調整、キャリアー・トラバースの同期処理を行なう。操作盤からの作業指示を実行処理に移し、異常時における通知処理するプログラムである。

(5) 運行指令タスク部

キャリアー運行指令、工程固有シーケンス起動要求、外部周辺機器起動スケジュール処理を行なう。また、指令完了時刻を事象時間管理タスクの個別起動を記憶し、次スケジュール指令の起動準備を行なう。事象時間管理タスクの起動通知により、運行指令タスクの起動が行なわれ、キャリアー・トラバース移送スケジュールと同期して起動する電流値

制御も管理するプログラムである。

(6) プロセス入出力

応答ルーチン部
プロセス入出力応答ルーチンには2つの大きな処理群があるが、全体としては、外部機器応答処理を実時間で処理するプログラムである。

- ① プロセスモニターリング処理
キャリアー・トラバース動作エンド信号に

よるキャリアー・トラバース・キャリアーバーの更新処理集中表示、グラフィック表示、仕掛場・脱荷場作業への通知などの処理。

また、整流器などのアナログ入出力処理を管理するプログラムである。

② オペレーターコンソール処理

操作盤よりの作業指示、運転仕様の切替え処理をする。

(7) 停電検出・再スタート部

停電前の状態を記憶し、停電復帰後元の状態に戻し、運行を再開させる処理をする。

7. コンピューター制御起動基本部

この章では、キャリアーに関してだけを紹介する。キャリアー制御の基本として、アクセスシーケンスと我々が呼ぶ定義がある。

(1) アクセスシーケンス

キャリアーの起動手順表は、アクセスアローと呼ぶ束で構成される。キャリアーアクセスアローは、キャリアーの8つの基本的動作ステップ列を一区切りとしたアクセス・ステップで構成され、ステップ単位でキャリアー群の起動タイミングの同期をとる。

(2) アクセス・アロー

- ① アクセス・アローの中には、キャリアー制御に必要なすべての情報が入っており、以下に語区および機能の説明をする(図4、5参照)。

② アロー番号

各個のキャリアーの搬送の手順はア

アロー番号	
WAIT	AMD
1	ATM
SN(0)	SONo, BPN
MOVE	AMD, RCNT
2	ATM
SN(0)→SM	SONo, BPN
STAY	AMD
3	ATM
SM	SONo, BPN
UP	AMD
4	ATM
SM	SONo, BPN
TIME	AMD
5	ATM
SM	SONo, BPN
CARRY	AMD, RCNT
6	ATM
SM→SN(1)	SONo, BPN
DOWN	AMD
7	ATM
SN(1)	SONo, BPN
STEP BACK	AMD, RCNT
8	ATM
SN(1)→SN(2)	SONo, BPN

図4 キャリアーアクセス・アローコママップ

図5 キャリアーアクセス・アローの構造

ロー番号1から、アロー番号nで構成されており、工程変更などの仕様はアロー番号を参照し、実行される。

③ キャリヤー動作指令

動作指令領域を解析し、キャリヤーおよびトラバサの動作が決定される。動作指令領域の解析方法を図1のフローチャートにて説明する。

④ キャリヤー動作所要時間管理領域

キャリヤー動作に必要な所要時間を与え、所要時間+ α の加算時間が動作所要時間となる。この時間内に期待する応答がない場合、フェイルセーフの意味もかね、設備を停止させる。

8. おわりに

おわりに、今後のめっきラインのコンピューター適用分野をわれわれなりに提起すると、めっき生産情報管理端末と、めっき液別専用液管理端末であろう。

前者は、めっきラインの作業計画、外注管

理、入出材受払い、コスト管理を行なう「マークカード」を媒体とした生産管理システムである。

生産の平準化が行なえる場合のかんばん方式、平準化が困難な場合のMRPシステム等の導入ツールとして、切札となろう。

後者については、自動計測液調整のニーズの高いめっき液について、化学-センサー双方における制御ロジックの発見とロジックにフィットした薬剤の開発、実験検証に裏づけされた液管理ユニットを製作する方向である。このユニットは、CPUチップ、デジタルおよびアナログ入出力ポート、タイマー、表示部リレーなどを含むインテリジェント端末ユニットとして構成され、ソフトウェアの変更により、容易にユーザーの使用条件にフィットさせうるものとなろう。今後、なお、電子部品は集積化による、コストダウンが進むであろう。このことにより、めっき自動化ラインへのコンピューター制御の採用が加速すると思われる。

(以下8月号)

■ 次号予告<特集=表面処理鋼板の上手な使い方>

□今月のことば

「表面処理鋼板の利用」とは……………河合宏紀（ゼネラル）

□総説

表面処理鋼板の最近の傾向……………佐治 孝（東京工業大学）

□解説

亜鉛めっき鋼板の特性とその利用……………梅田昭三（日新製鋼）

塩ビ鋼板の品質特性とその利用……………岩田正博（三菱樹脂）

塗装鋼板の特性とその利用……………棚野 肇（大日本金属印刷）

建材用着色亜鉛鉄板の塗料特性とその利用……………松平忠志（関西ペイント）

自動車への表面処理鋼板の適用……………李家 卓（本田技研工業）

——腐食と塩害対策

家電品における表面処理鋼板の適用……………関根健司（三菱電機）

——その使用上の問題点と最近の傾向