

# 縦型拡散炉用ITRON搭載コントローラの開発

## Development of ITRON Equipped Controller for Vertical Furnace

新見憲生 N. NIIMI 奥村繁一 S. OKUMURA

"ITRON", an OS developed in Japan, has become widely used as application OS by manufactures of electrical appliances and industrial equipments etc. Koyo Thermo Systems Co., Ltd. focused attention on this real time OS and developed the controllers for semiconductor processing furnace with simple configuration of hardware, low cost, wide flexibility and high-speed user interface by incorporating this OS as PLC modules. This paper describes the outline of the controller.

**Key Words:** vertical furnace, ITRON, PLC, wafer, heat processing

### 1. はじめに

半導体製造装置用コントローラは各社とも約15年前までは、各装置ごとにオリジナル製作された専用コントローラ(装置オペレーション用スイッチをコントローラ正面に配し、専用基板を複数枚使用しデジタル入出力、アナログ入出力を制御する箱形のコントローラ)を使用していた。

その後、各装置の機能向上による操作パネルの複雑化、ヒストリー(処理履歴など)機能の必要性、顧客ホストコンピュータとのオンラインシステムの確立などにより、汎用パーソナルコンピュータ(PC)を使用し、マンマシンインターフェースとマシンコントローラからなるシステムで装置が構成されてきた。しかし、近年、PCの急速な高速化、高容量化に伴い、数年で同規格のハードウェアが入手できないというメンテナンスの上で不都合が発生してきている。

光洋サーモシステム株式会社では、従来、縦型炉のコントローラにVME-busを用いてきた。VME-busは世界的に計測・制御用の標準バスとして広く産業用途に用いられ、その評価も定まっているが、一方では

- ・VME-busのハードウェア構成はオリジナル性が高く、入手納期が長い。
- ・CPU、ハードディスクなどの急速な高速化、高容量化に伴い、数年すると同規格品が入手出来なくなる。
- ・サイズが大きい。
- ・VME-bus - PLC(プログラマブルロジックコントローラ)間の通信速度(TCP/IP)がPLCバス間通信よりも低速である。
- ・OSのVx-worksが装置1台毎に有償のランタイムライセンスが必要である。

という問題があり、各種ある装置のコントローラの共通化も困難であった。

今回、新たに開発した300mmウエハ対応の温調系<sup>1)</sup>を既存機種も含めて実装していく考え方で取り組み、上記問題点の解決とともに、機種毎に異なっていたコントローラの共通化をはじめとし、コスト、スペース、メンテナンス性を大幅に改善すべく、システム構想を新たに見直した。その結果、リアルタイムOS(以下RTOSと称す)としてITRONを採用し、PLCのモジュールとして実装したコントローラを開発した。

### 2. 縦型炉の構造と動作

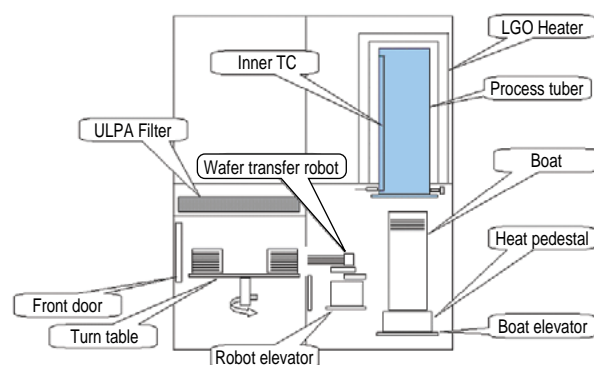


図1 縦型炉の構造

Structure of vertical furnace

図1に縦型炉の構造を示す。

装置前面のカセット(ウエハ)投入ドアから投入されたプロセスウエハ、モニターウエハ、ダミーウエハはコントロールパネル(以下MMIと称す)から(またはホストコンピュータから)の指示条件に従い、炉体後部(ロード室内)にある石英ポート

に搬送ロボットにより移載される。処理ウエハが移載された石英ボートはボートエレベータにより、上部にある熱処理室に投入される。熱処理室は3～4のゾーンに分割され、それぞれのヒータにより制御される。熱処理室内で、ウエハは指定されたレシピ(温度処理パターン)により処理が実行され、処理完了後、逆プロセスを経てオペレーターにより次工程に渡される。これら一連の動作、制御、監視はメインコントローラ部(以下MC部と称す)にて実行される。

隔離しておくべき、ガス系(ガスキャビネット)および高電圧部位(コンソール)は装置最後部に配置されている。

### 3. コントローラのシステム構成

図2は従来のコントローラと開発したコントローラの構成を比較したものである。従来のコントローラはPLCをベースに、MMIをつかさどるWindows® PC、主として移送機をコントロールするためのVME-busという構成であった。

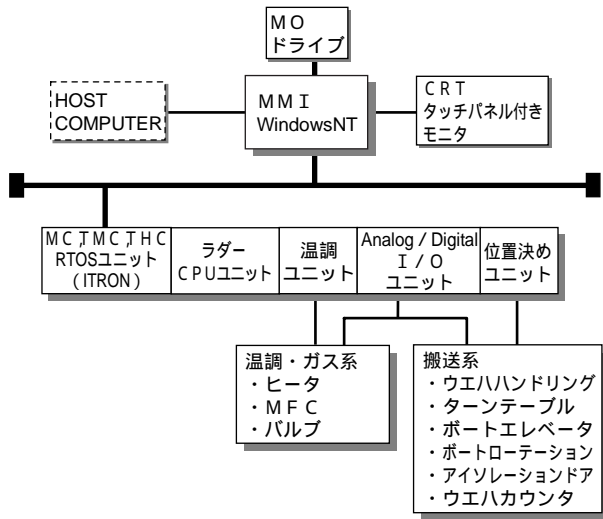


図2 開発システムの構成図  
Structure of developed system

これに対し新開発のコントローラでは、MMIを除いて、すべての機能がPLCシステムのモジュールとして搭載される極めてシンプルな構成とした。表1に従来システムと開発システムの主な相違点を示す。

表1 開発システムと従来システムの相違点

Differences between conventional and developed system

項目	従来システム	開発システム
システム/レシピデータ保存	VME HDへ保存	MMI HDへ保存
PLC I/F	LAN接続 通信速度:高速	バス結合 通信速度:より高速
搬送系 I/F	シリアル接続 応答速度:低速	PLC経由で接続 応答速度:高速
LOT履歴/アラーム履歴	MCで収集 画面操作でアップロード ネットワーク通信量:多 表示速度:低速	MMIで収集 ネットワーク通信量:少 表示速度:高速 グラフのリアルタイム表示
通信ログ/デバッグログ	VMEで収集し、画面操作でアップロード	MMIで収集

コントローラは、MMI、MC、トランスファーマジュールコントロール部(以下TMCと称す)、サーマルコントローラ部(以下THCと称す)、プロセスモジュールコントロール部(以下PMCと称す)の5つのブロックより構成される。

MMIとPMCを除く各コントローラは、ハードウェア的にはPLCのRTOSモジュール上に実装され、PLCのレジスタを介してデータを共有する。

このため、全てのデータがPLCのバスを介してやり取りされ、通信でのやり取りに比べて高速化が可能となった。

以下、各部の動作を個別に説明する(図3)。

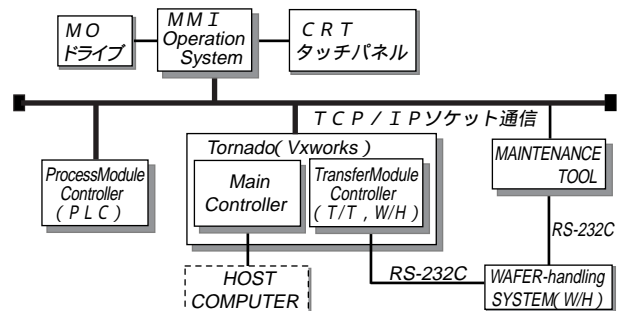


図3 従来のシステム構成  
Structure of conventional system

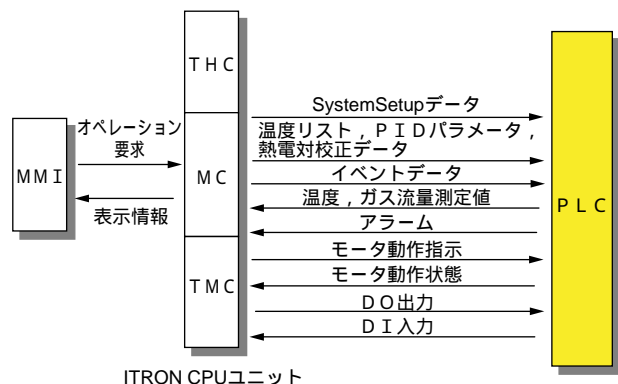
### 3.1 MC部

MCはシステム全体の管理部であり、MMIにて作成されたパラメータ、各種レシピを基に、TMC、PMCに対しての動作指令を行う。また、PMCからのデジタル/アナログ入力によりアラーム処理やMMIへの表示要求を行う。

### 3.2 TMC部

TMCはMCからの指令を基に、各種搬送系への動作指令を行い、位置決めユニットを通じて各ロボット軸への制御パルス列が出力される。

従来システムでは、末端の搬送動作に関してはシリアル信号にて、各動作軸コントローラに指令を行っていたが、モジュール内のPLCユニットに直接指令を行うようになり、搬送部への指令遅れが解消された。



コントローラ名	機能概要
MMI	ユーザインターフェース、システム状態表示、レシピ編集、各種オペレーションを実行。
MC	各種レシピ実行の管理およびシステム全体の管理を行う。
TMC	ウエハ搬送、ターンテーブル、ポートなどを制御し、キャリアおよびウエハの自動搬送を実行。
THC	温調ユニットの制御パラメータ
PLC	実際に温度、ガス流量制御、モータ制御、I/O入出力を実行。

図4 MC/TMCの動作

MC/TMC behavior

### 3.3 THC部

THCの役割は、ヒータ温度の制御パラメータを演算し、温調モジュールへパラメータを渡すことである。本コントローラでは、ヒータの温度制御を固定的なパラメータではなく、過渡応答が要求される場面ではPIDのパラメータをダイナミックに変化させて実行している<sup>1)</sup>。MCからレシピによる温度目標値(SV値)、現在温度(PV値)、ポートインなどのI/O信号を受け取りFuzzy演算によるPIDパラメータ演算を行うのがTHCである。

温調ユニットはこのパラメータを受け取りヒータの制御を行なっている。

### 3.4 PMC部

PMCは、モジュール内のPLC、CPUを使用し、ラダープログラム上で動作し、MCからの温度、ガス、バルブ設定、TMCからの搬送設定を基に、デジタル出力、アナログ出力、モータ出力を行う。

またデジタル入力、アナログ入力を行い、MCへPV値を返す。

MCでは、これらの入力値から、アラーム処理、MMIへのPV表示要求を行う。

### 3.5 MMI部

MMIはWindows® PCとタッチパネルから構成され、MCなどを実装したモジュールとは、Ethernetにて接続される。

MMIには操作パネルの役割だけではなく、データ管理機能を持たせた。

編集された各パラメータ、レシピデータの保存以外に処理履歴のデータ管理も、MMI側にて行う。したがって処理履歴の表示などのデータ表示時、MMI内部でデータ処理されるため、表示切り替えの高速化が可能となった。

#### 4. おわりに

300mmウエハ対応装置の材料コストは200mmウエハ用装置の約1.5倍になるが、市場からは、より厳しいコスト要求が出ている。しかしながら、石英製品や炉体、搬送系、ガス系などの装置構成要素の原価低減のみでは、おのずと限界があり、市場要求とのギャップを埋めることはできない。一方では、生産ラインの形態も300mmと200mmでは異なる部分があり、幅広い装置仕様への対応も併せて求められ、納期やサービス面でのスピードもより厳しいものとなってきた。

本コントローラの開発にあたっては、性能、機能面の向上だけでなく、コストの低減と今後の新機構・新機能に対する素早く、その上、フレキシブルな対応を可能とするようにコンセプトのまとめとその設計への展開を行った。

その結果、RTOSをPLCのモジュールとして搭載し、大部分の機能をこの部分に集約して、コントローラ部の大幅な小型化を実現した。主要な機能が汎用PLCのモジュールで構成されるため、部品調達の面からの装置の納期短縮や迅速なサービス対応ができ、従来、機種ごとに異なっていたコントローラも一本化することにより開発面のスピードアップも可能となった。その結果、コスト、品質、サービスなどのすべての面で相乗効果を含めて、今後の市場要求に応えていくための基盤を確立できたと考える。

Windows®は米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標です。

#### 参考文献

- 1) 服部，奥村，新見「半導体熱処理炉におけるファジィを用いたPID温度制御の高精度化」Koyo Engineering Journal no. 163 (2003) 64.

#### 筆 者



新見憲生\*  
N. NIIMI



奥村繁一\*\*  
S. OKUMURA

\* 光洋サーモシステム(株) 半導体装置部

\*\* 総合技術研究所 機械システム研究部