

# フレームワークを利用した半導体 CIM システム “AU-CIM” の構築

Development of Semiconductor CIM System Based on Framework

大森 広義  
OOMORI Hiroyoshi

浅羽 恵  
ASABA Megumi

半導体製造システムに対する要求は、製造プロセスの微細化、自動化に伴い年々複雑、高度なものとなってきている。膨れ上がるコンピュータによる統合生産システム(CIM) 開発費を抑えるため、“部品化” 技術を取り入れた、次世代半導体前工程 CIM システムである “AU-CIM” を開発、1996 年に稼動を開始した。このシステムは SEMATECH<sup>(注1)</sup> CIM Framework を意識したオブジェクト指向<sup>(注2)</sup> で設計されており、CORBA(Common Object Request Broker Architecture) 準拠のミドルウェアを採用した 3 層クライアント/サーバシステムとなっている。

With the increasing complexity and progressive automation of manufacturing processes, the requirements of manufacturing systems for semiconductors are becoming more rigorous every year.

The AU-CIM system, employing the techniques of computer-integrated manufacturing(CIM) Framework for next-generation devices, was developed and introduced in 1996. This is a three-phase client/server system adopting middleware based on Common Object Request Broker Architecture (CORBA) and designed for object-oriented methodology.

## 1 まえがき

進展するプロセスの微細化、ウェーハ大口径化に伴うロット搬送の自動化、ウェーハが製品としてでき上がるまでの期間のさらなる短工期化など、半導体製造に対する要求はますます高度・複雑化している。その結果、製造を管理する CIM システムの機能は巨大・複雑化の一途をたどり、もはや 1 社内ですべてを作り込むのは不可能に近づいている。この問題に対する解決法がソフトウェアの“部品化”、非戦略対象機能の“標準化”であり、部品の標準化、共通化を促進するためのアーキテクチャ<sup>(注3)</sup>として SEMATECH CIM Framework が、また、部品どうしのコミュニケーションを扱うアーキテクチャとして CORBA が登場してきた。現在でこそ、半導体生産管理用ソフトウェアである PROMIS, WorkSteam, POSEIDON など、業界を代表するパッケージが“部品化”“フレームワーク準拠”を謳(うた)ってその効果をアピールしているが、当社は業界に先駆け、94年にこれら最新のアーキテクチャを取り入れることを決定した。数々の壁を乗り越え 96年1月、当社の試作開発ラインを管理する “AU-CIM システム” として稼動させた。

(注1) 米国の半導体技術を向上させるために始まった、半導体メーカーと米国政府の官民プロジェクト。

(注2) 関連するデータとそのデータを扱う手順の集合とを含んだソフトウェアパッケージをオブジェクトと呼び、このように定義されたオブジェクトをベースに分析、設計、開発を進めていくソフトウェアの範例の一つ。

(注3) ハードウェアおよびソフトウェアを含めた、コンピュータ全体に関する基本的な設計思想。

ここでは、2章でフレームワーク手法による部品化と AU-CIM システムへの適用、第3章で CORBA を利用した部品化の実現、4章でユーザーインタフェース(UI) の実装方法について述べる。

## 2 フレームワーク手法による AU-CIM システム開発

ここではフレームワークと、その手法に基づいた AU-CIM システムの実装例について述べる。

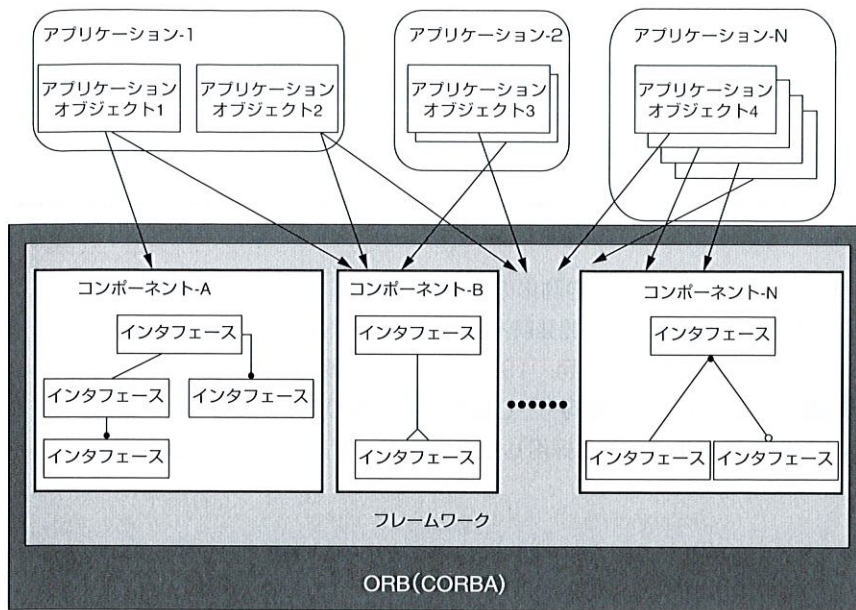
### 2.1 SEMATECH CIM Framework とは

近年分散オブジェクト指向アーキテクチャの概念が進み、さらにフレームワークという考えが出現した。この概念は SEMATECH にも着目され、SEMATECH CIM Framework (以下、フレームワークと記述)として、共有化、部品化、再利用が柔軟に行える CIM システムを作り上げるための手法として検討され発表された。

フレームワークとオブジェクト指向との関係を図1に示す。

### 2.2 フレームワークの利点・機能面での特徴

フレームワークの機能面での特徴としては、CIM システムのアプリケーションソフトウェア(以下、アプリケーションと略記) 統合化に必要な、標準的な機能だけを規定する点が挙げられる。フレームワークで規定されていない製品特有またはサイト特有の要件は、システム開発者が自由に取り組みことになる。フレームワークで規定される対象は、ロット、ウェーハ、装置のような半導体製造に関連し



Interface Repository : インタフェース情報のモジュールの格納場所  
 Implementation Repository : 実装されたアプリケーションの定義情報の格納場所  
 CORBA Facility : CORBAのアプリケーションが動作するために必要な、ハードウェアやオペレーティングシステム

図1. フレームワークとオブジェクト指向の関連 ORBの上にフレームワークが存在している。フレームワークを基に開発されたアプリケーションはORBを使用して通信を行う。

Relationships of object technologies and CIM Framework

たオブジェクトや、処理パラメータの設定、装置稼働時間の集計などのサービスがある。フレームワークで定義されている機能は、以下のようなグループに分かれる。

- (1) Factory Management Group
- (2) Material Management Group
- (3) Process Specification Group
- (4) Material Movement
- (5) Machine Control Group
- (6) Advanced Process Control Group
- (7) Schedule Management Group
- (8) Factory Labor Group

各グループの下には、さらに詳細な機能を保持したコンポーネント(ある機能単位のアプリケーション)が存在する。例えば、Material Management Group内にはProduct Management Componentというコンポーネントが存在する。Product Management Componentはさまざまなタイプの製品を工場レベルで見られるように表現されたものであり、「製品のロケーション、製品の集まり、進捗(ちやく)などに関する挙動は、このコンポーネント内のインタフェースが提供するサービスである。」と定義されている。

またフレームワークの機能的特長により、半導体業界に以下のような利点を提供される。

- (1) 新たなMES (Manufacturing Execution System : 生産管理システム) アプリケーションの開発/統合化コストとサイクルタイムを削減できる。
- (2) 工場の立上げ時間を削減できる。
- (3) アプリケーションサプライヤの得意分野へのリソース(開発に必要な人員、ハードウェアなど) 注入

### 2.3 AU-CIMでの実装例

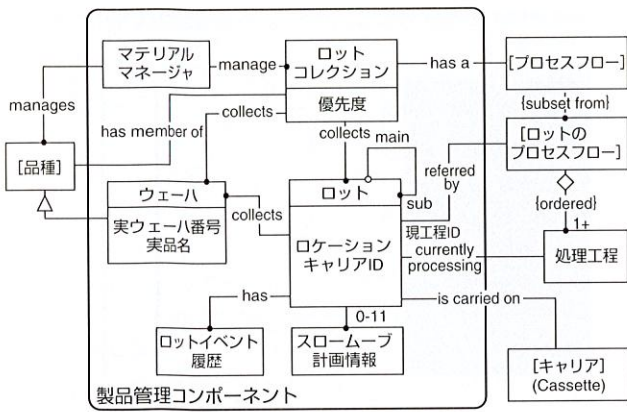
AU-CIMにおいては、前出のグループのうち(2)から(7)について、工程管理、作業管理、装置制御などのサブシステムとして実装した。

ここではフレームワークのMaterial Management Group内のProduct Management Componentに相当する工程管理サブシステム(生産進捗管理システム)について述べる。

図2は、このコンポーネント内のインタフェースの関係を表しており、以下、各インタフェースについて述べる。

マテリアルマネージャはロットの生成やプロセスフローの管理をする。ウェーハはウェーハの状態(正常/異常/欠損)などを管理する。フレームワークではProductとして他にDie, Packageがあるが、AU-CIMでは前工程しか管理しないためウェーハだけ実装した。ロットはロットの状態(処理待ち、処理中など)やロケーションを管理する。ロットコレクションについては、ロットの分割といった本体ロッ





ID: Identification

図2. 製品管理コンポーネントの情報モデル(AU-CIM実装例) ロットに関する情報をこのようなモデルで表現する。  
Product management component information model

トを中心としたロットの関係を管理する。

### 3 CORBA を利用した部品化の実現

ここではAU-CIMで実装されているミドルウェアについて記述する。

#### 3.1 分散オブジェクト指向とCORBA

CORBAは分散オブジェクト指向を実現するための通信ミドルウェアとして位置づけられている。他のオブジェクトにメッセージを送信するとき、CORBAにメッセージを送信するだけでよい。CORBAの一機能であるノード(ネットワークに接続する中継点)選択機能により、最適なサーバのオブジェクト実装へ処理が依頼される。オブジェクトはCORBAを使用する限りにおいては互いの存在を認識しているだけでよく、互いのネットワーク上の存在までを知る必要はない。

送信するメッセージの重要なパラメータとしてインタフェース名がある。インタフェースとは、オブジェクト指向分析により抽出された各オブジェクトがCORBA IDL (Interface Definition Language) と呼ばれる言語で表現されたものである。インタフェースには、オブジェクトが属するインタフェース名とそのインタフェースで実行可能なメソッド名(オブジェクト実装名)、その他情報が記述されている。各クライアントプログラムからCORBAへ送信されたメッセージ(Request)はインタフェースのメソッド(方式)名を介してオブジェクト実装により処理される。そのため、IDLによるインタフェース記述によりオブジェクト実装内部の処理はクライアントから隠蔽(べい)される(カプセル化: Encapsulation)。この説明のイメージを図3に示す。

#### 3.2 AU-CIMでの実装例

図4のように、AU-CIMシステムではCORBA1.2に準拠

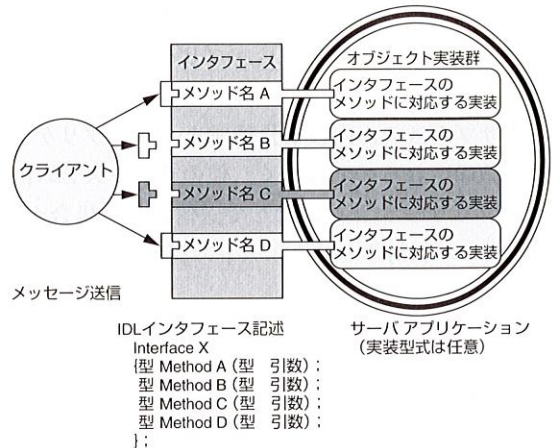


図3. カプセル化のイメージ オブジェクト指向にむけるカプセル化のイメージを示す。  
Image of encapsulation

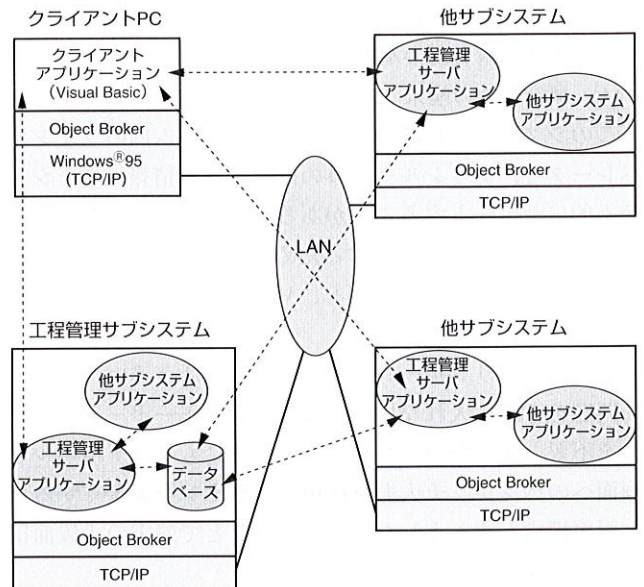


図4. 工程管理サブシステムのアプリケーション実装例 工程管理サブシステムのアプリケーションと、他のサブシステムのアプリケーション、クライアントPCとの関係を示す。

Example of application implementation

したBEA Object Broker<sup>(注4)</sup>を使用している。各サーバ、クライアント上には、オブジェクト指向でのシステム開発でいろいろなコンポーネント間の通信を行うミドルウェアであるObject Brokerが存在し、通信プロトコル(データ送受信のための手順や規約)はTCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)を使用している。工程管理データベースは工程管理サブシステムのコンピュータ内に一つ存在する。その一方で、工程管理サブシステムおよび他の

(注4) BEA Object Brokerは、BEA社の商標。



サブシステム内にはコンポーネントと呼ばれるプロセス単位で、同一の工程管理のサーバアプリケーションが起動している。したがって、クライアントからのリクエストは、工程管理サブシステム内の工程管理サーバアプリケーションだけに依頼されるのではなく、他のサブシステム内の工程管理アプリケーションに対して送信される場合がある。こうしたサーバに対するリクエストの制御をObject Brokerが実施している。

#### 4 3層クライアント/サーバシステムのUIの実装

先にクライアント/サーバシステムについて述べたが、このシステムは、データベースを第一層、アプリケーションを第二層、UIを第三層とする、3層クライアント/サーバシステムである。この章では第三層のUIについて述べる。

UIタイプには、次の4種類がある。

- (1) クリーンルーム内でロットの処理を行う端末
- (2) クリーンルーム各部屋の管理をする端末
- (3) 生産技術者用の端末
- (4) 研究者用の端末

このシステムの目的の一つにクリーンルーム内のラインオペレータと、クリーンルーム外の研究者間の情報伝達をシステム的にサポートすることがある。日頃使い慣れたパソコン(PC)上で動作が可能とするため、基本ソフトウェア(OS)にはWindows<sup>®</sup>95<sup>(注5)</sup>を採用し、Visual Basic<sup>(注6)</sup>による開発をした。

さらに、クリーンルームでは一般の事務所と違い、ダストの問題を考慮に入れなければならない。キーボードやマウスを不要とするため、ハードウェア的にもタッチパネルと画面へのペンタッチ入力を採用し、ボタンを大きくするなど画面構成もくふうした。こうすることで端末の設置面積も削減できた(図5)。

##### 4.1 利用技術と機能

UIで利用したミドルウェアは下記の五つである。

- (1) CORBA製品 BEA Object Broker
- (2) データベース接続 SQL\*NET<sup>(注7)</sup>, ODBC<sup>(注8)</sup>, ORACLE Glue<sup>(注9)</sup>
- (3) サーバディレクトリの利用 関係者が無償で提供したソフトウェアであるSamba(サーバ側用意)

これらを採用することでシステムのオープン化を図るとともに、機能ごとに開発時のコストパフォーマンスの向上を図った。

BEA Object Brokerは、UIとサーバアプリケーション間の主なメッセージ送受信に用い、CORBAベースのソフトウェアのモジュール化を実現し、生産性の向上を図った。

(注5)、(注6) Windows, Visual Basicは、Microsoft社の商標。  
(注7)、(注8)、(注9) SQL\*NET, ODBC, ORACLE Glueは、Oracle社の商標。

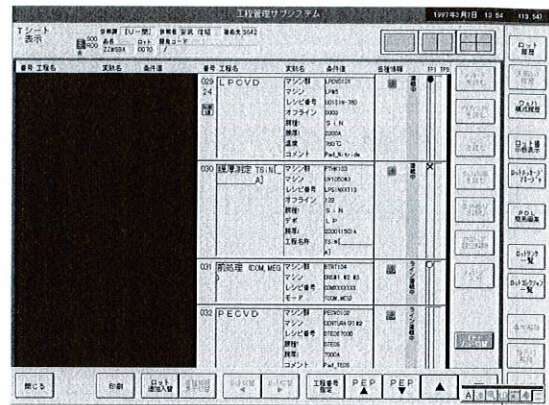


図5. Tシート表示例 ロットの処理順序と処理条件を表示できる。研究者などのロット担当者からロットごと、各工程ごとに詳細な指示ができる。

Example of travel sheet

ORACLE製品群はマスタの登録など、直接データベースと関連し、かつ機能的にも簡単なものに適用した。

SambaはPCとサーバとのファイル転送に利用した。研究者などのロット担当者が作成したロット処理条件は、サーバにファイル転送された後、サーバプロセスがデータベースへの登録処理を行う。また、図6のようにウェーハ加工状態の画像表示にもSambaを用いた。

##### 4.2 クライアントアプリケーションの自動配信機能

クライアントアプリケーションは各PC上にインストールされている。アプリケーションのバージョンアップには、早くから自作のPush機能<sup>(注10)</sup>を実装した。サーバ側にすべての端末のUIのタイプとORB(Object Request Broker)コントロールファイルのバージョン管理をもたせた。これに

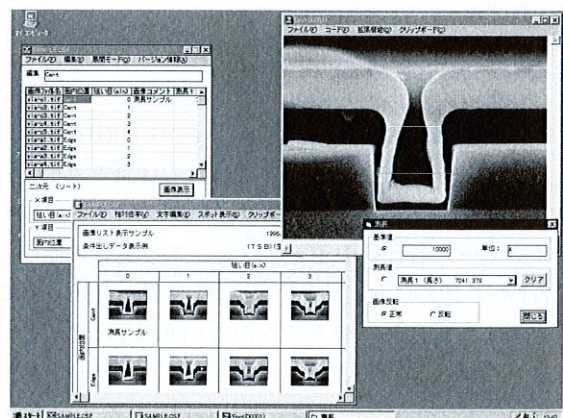


図6. 画像データ表示例 装置からウェーハの断面形状写真をシステムに転送することで、画像情報の確認ができる。

Photo of wafer section

(注10) システム側からユーザー側に対してアプリケーションなどを配布する機能。

よりクライアントアプリケーションのバージョンアップ作業の効率化を実現した。

## 5 あとがき

AU-CIMシステムは、一つのラインという閉ざされた環境の中で、フレームワークの手法を導入しCORBAに準拠した分散オブジェクト指向システムとして実現できた。この利点として、標準化されたインタフェースをもつパッケージソフトウェアをそのまま追加接続が可能となり、実際に購入パッケージによる計画系の実現に寄与した。また、プロセス制御、部材管理などのCIMの部品も構築できた。これらの多くも標準化されたフレームワークベースのインタフェースをもっており、将来にわたって活用が可能である。

その一方で、アプリケーション、ミドルウェア、OSといった3層のソフトウェア構造に加え、分散システムとして構築されたために、障害が発生した際の原因究明作業が複雑になった。またPCのOS多様化に伴い、検証作業に一定の労力を割かれている。OSに依存しないUIを旨として、WWW(World Wide Web)によるサービスの提供を視野に

入れて改善を図りたい。

今後はAU-CIMの成果・アウトプットや、開発を通じて習得したフレームワーク手法を、次なるシステム開発において是非活用し、役立てていきたい。

## 文献

- (1) AU-CIMシステム Phase2フレームワーク分析モデル. (株)東芝 半導体事業本部,1997, 第3章, p3.18-3.40.
- (2) トマス J モーブレイ, 他. Inside CORBA. (株)アスキー, 1998.
- (3) ランディ オットイ, 他. 分散オブジェクト指向CORBA 分散プログラミングから大規模分散システム構築まで, (株)トッパン, 1997.
- (4) SEMATECH CIM Framework Specification 2.0, SEMATECH,1997.
- (5) SEMI Your Industry Resource SEMICON Japan 97. SEMI ジャパン,1997, p3-33.



大森 広義 OOMORI hiroyoshi

セミコンダクター社 情報システム部。  
半導体研究試作工場のCIMシステム企画、開発、運用管理に従事。

Semiconductor Company



浅羽 恵 ASABA megumi

セミコンダクター社 生産技術推進センター 集積回路生産技術部。半導体研究試作工場のCIMシステム企画、開発、運用管理に従事。

Semiconductor Company