

半導体製造装置エンジニアリングシステムの構築

Semiconductor Equipment Engineering System

廣 嶋 隆 史^{*1}

HIROSHIMA Takashi

半導体製造装置および検査装置の装置エンジニアリングシステム EES(Equipment Engineering System)を構築する方法を提案するものである。このシステムは、当社のEES構築用パッケージソフトウェアである e-fabDoctor シリーズを中心とし、高速収集などの要求があるアナログ系信号に対しては、必要に応じ IT コントローラ FA-M3 を用いて構築する。本稿では、e-fabDoctor シリーズの各パッケージの機能概要と、半導体製造装置への適用例を示す。

We propose the method for establishing the EES (Equipment Engineering System) platform using "e-fabDoctor" EES software package series. For the requirement of high-sampling rate signal collection such as analog signals, we can apply the FA-M3 IT controller for this system. This paper introduces the specifications or functions of each e-fabDoctor product and the examples of EES application for semiconductor manufacturing equipment.

1. はじめに

半導体デバイスメーカーは、生産するプロダクト(LSI)の機能およびコスト競争力を維持するために、パターンの微細化やウェハの大口径化など、技術開発および生産設備への投資を繰り返してきた。しかし、300 mm ウェハや100 nm というこれからの高度なデバイス生産状況においては、従来の手法の適用が困難になりつつあると言わざるを得ない。このような状況の中、コスト低減策は従来にも増して注目されており、半導体業界を挙げて製造設備の装置総合効率 OEE(Overall Equipment effectiveness)改善への取り組みを開始した⁽¹⁾。このOEEを改善する目的で、装置異常検出および分類FDQ(Fault Detection and Classification)あるいは先端プロセス制御APQ(Advanced Process Control)といった装置の詳細な運転状況を収集・監視・制御する装置エンジニアリング機能をEEQ(Equipment Engineering Capability)と定義し、EEQを実装できる装置エンジニアリングシステムEES(Equipment Engineering System)の構築が早急に求められている。

当社では、半導体製造装置のEESプラットフォーム構築用ソフトウェアパッケージとしてe-fabDoctorを開発した。本稿では、それを構成するe-fabDoctor Passport, EEManager, Finderの構成・機能および適用例を紹介する。

2. e-fabDoctor シリーズ構成

e-fabDoctor シリーズは、現在次の3種類のソフトウェアパッケージにより構成される。

(1) e-fabDoctor Passport(EFP)

- ・装置からのデータ収集

(2) e-fabDoctor EEManager(EEM)

- ・収集データのデータベースへの格納

(3) e-fabDoctor Finder(EFF)

- ・収集データの表示・検索・解析

図1に、本パッケージを用いて構成したEESプラットフォームの例を示す。ユーザはDBに格納されたEEデータを使用し、APC, FDCといった装置エンジニアリング機能(EEC)を実現する。この例では既存のMES(生産実行システム)ラインに挿入されたEFPが、SECS/GEM/HSMSといったSEMI(Semiconductor Equipment and Materials International)でスタンダード化されている通信仕様に準拠した通信プロトコルから、必要な装置データを必要な周期で収集し、装置エンジニアリングネットワーク(EEネットワーク)上のEEMへ転送する。

EFPIは、装置から直接取り出されたアナログ信号などをPLC経由にてEthernet通信で取り込み、同様に転送することも可能である。

EEMは、EEネットワークを経由して装置データを受け取り、内部に持つリアルタイムデータベースに保存する。また、EEMはデータの収集条件(DCP: Data Collection

*1 情報システム事業本部 半導体ソリューションセンター

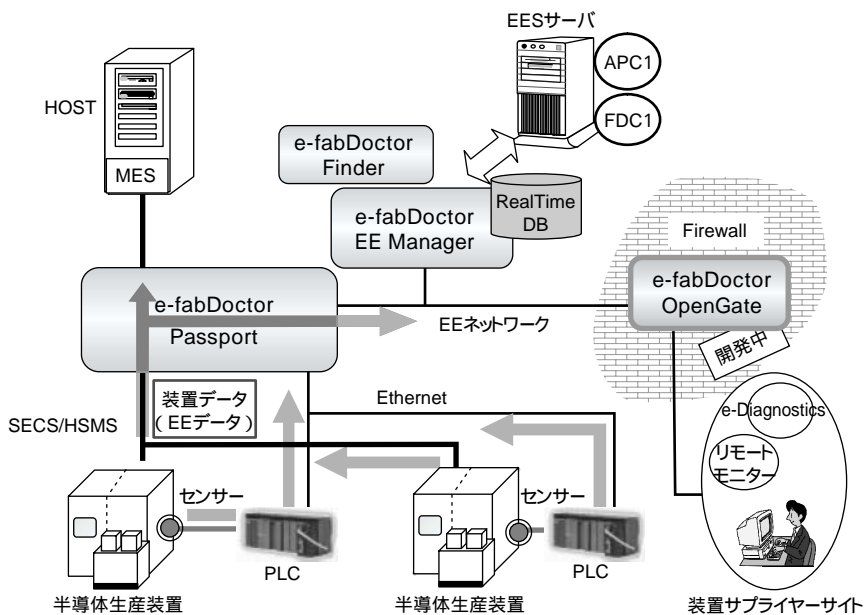


図1 EESプラットフォームの構成例

Plan)のユーザインタフェースとしての機能を持っており、ここで設定されたデータ収集条件をEFPへ転送する。

EFPは収集保存されたデータをリアルタイムで表示するライブモードと、ヒストリアンに格納された過去のデータを表示するヒストリカルモードの表示機能がある。また、異なるパラメータの波形の重ね合わせなどによる解析機能を持ち、FDC、APCといったEECアプリケーションの検証ツールとしての意味合いを持つ。また、ロットやレシピといった生産情報からデータを検索する機能を、容易に実装できる構成となっている。

3. 機能概要

ここでは、EESプラットフォームを構築する前述した3つのソフトウェアパッケージの概要と、その機能について説明する。

3.1 e-fabDoctor Passport (EFP)

(1) 動作環境

EFPは動作環境として下記のハードウェア(PC)とOSを要求する。ただし、この仕様は接続する装置数、収集するデータ量などに大きく依存するため、構築するシステムでの最適化が必要である。

ハードウェア：PC/AT 互換機

Pentium4 1.9 GHz, 512 MB, HDD 20 GB 以上

OS：WindowsNT4.0, 2000, XP

(2) 内部構成

図2に、EFPの内部構造を示す。

装置とのインタフェースとして、SECS、センサ、PLC、ファイル(FTP)インタフェースを持ち、EE

ネットワーク(インタフェースA)にはXMLプロセッサ、EFP上でもアプリケーション搭載を可能とするユーザAPIおよび収集データの設定・定義を行うデータディクショナリから構成される。

(3) 機能概要

EFPは、装置からのデータ収集を行う部分で、その収集方法には次の4種類がある。

- ・SECSメッセージのタッピング
 - ・PLCからのデータ収集
 - ・センサからの直接データ収集
 - ・FTPによるファイルの転送
- SECSメッセージのタッピング
SECSメッセージのタッピング機能は、SECS- および HSMS

での通信と、データ取得をサポートしており、EFPによる装置データ収集の中心的な役割を担っている。また、ディクショナリと呼ばれる装置データの管理部分は装置データをOBEM(Object Based Equipment Model)を考慮したXMLフォーマットにより表現し、管理する。これにより、SECS TAP、PLC、センサといった物理的なデータロケーションや通信形態を隠蔽し、統一的なネーミングスペースによる装置データへのアクセスが可能になる。将来的にはディクショナリの形式を標準化することにより、半導体装置メーカーがディクショナリをパブリックドメインとして供給することも可能となる。

また、SECSメッセージであるS2F33(Define Report)、S2F35(Link Event Report)、S2F37(Enable/Disable Event Report)などのタップによるダイナミックなディクショナリ更新をサポートする。

ディクショナリでは、装置が取り扱うデータID、ア

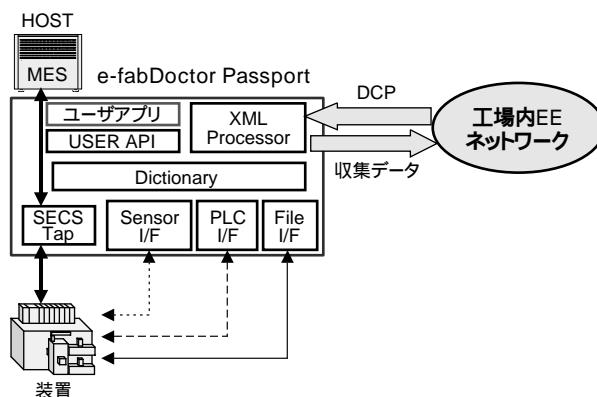


図2 EFPの内部構成

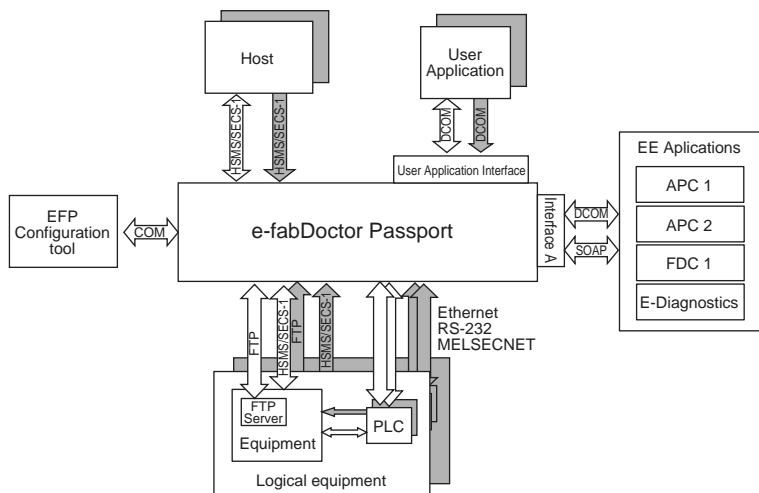


図3 EFPの通信プロトコル

ラームおよびイベントのリストを管理している。このリストで定義されたデータの収集条件を DCP (Data Collection Plan) で設定することにより、データの収集条件が確定する。この DCP は下記のような収集条件を定義することができる。

- ・ 指示した周期で指定した回数 (無限大可) のデータを取得する。(PLC, S1F3, S2F13, ファイル)
- ・ 装置からのイベントを取得する。(S6F9/F11, S5F1)
- ・ 指定したイベントが発生したらデータ取得を開始する。
- ・ 指定したデータが規格値を超えたらデータ取得を開始する。
- ・ 指定した時刻になったらデータ取得を開始する。

装置との通信は、次の3つのモードを選択可能となっている。

- ・ Pass-Through : 装置とホストをパススルーで接続し、SECS メッセージのタッピングは行わない。
- ・ Tapping Local : 装置と接続しホストには接続せずに、SECS メッセージのタッピングを行う。
- ・ Tapping Normal : 装置とホストをパススルーで接続し、SECS メッセージのタッピングを行う。標準的な接続状態である。

EFP は、SECS 通信経由で複数の装置との接続が可能である。

PLC からのデータ収集

PLC からのデータ収集は、SECS メッセージで扱っていない装置データを取得したい場合や、装置データを高速でサンプリングしたい場合などに要求される。EFP には当社製 PLC の FA-M3 および MELSEC (三菱) とのインタフェースを標準で搭載しており、Ethernet などの高速通信を介しデータが収集される。この場合、装置信号は装置より直接取り出す必要が生じるため、信号分岐ケーブルや新規センサの取り付けなどのハー

ドウェアの設計製作も必要となる。データの収集周期は 100 msec を保証している。

FTP によるファイル転送

FTP による put と get が可能であり、このとき装置側がサーバーとなる。EFP 上のローカルファイルに対するアクセスも可能となっている。EE ネットワーク上では、ファイルの内容は XML にエンベロープされる。

図3に、EFPの外部との通信仕様を示す。ユーザ API は COM での通信を行い、VC++およびVBで作られたユーザアプリケーションをサポートする。

EE ネットワーク (インタフェース A) との接続は、SOAP1.1 または DCOM にて接続できるようになっている。

3.2 e-fabDoctor EEManager (EEM)

(1) 動作環境

EEM の動作環境は、前記 RFP の仕様に準ずる。

(2) 内部構成

図4に、EEMの内部構造を示す。

工場内 EE ネットワークから、装置データを収集し、内部の D/B (データベース) に保存する。EEM はその D/B にリアルタイムデータベースを適用しており、収集データの高速な収集およびデータのミリ秒単位での管理を可能としている。

(3) 機能概要

EEM は、装置データの DB への保存機能と同時に装置データの編集・登録・削除・更新といった DCP の編集機能を持つ。ここで設定されたデータ収集条件が EFP へ指示されることにより、データの収集条件が確定される。

通常の場合ユーザは EEM 上で VB などによる APC, FDC などのアプリケーションを実装し、EES を構築する。また、EEM は COM を介し、ライブラリ、OCX を提供する。

EE ネットワークとの接続は、SOAP1.1 または DCOM をサポートしている。

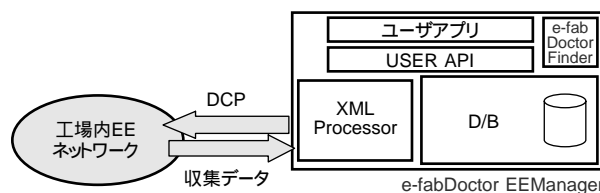


図4 EEMの内部構造

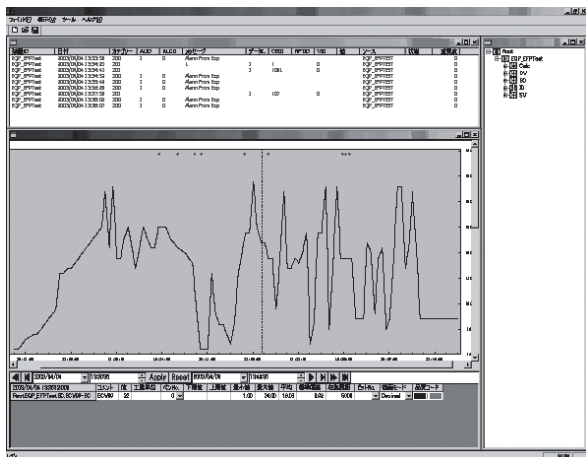


図5 EFFでのグラフ表示例

また、EEMではACM(Access Control Manager)により、収集データに対するアクセス管理を行うことも可能である。

3.3 e-fabDoctor Finder(EFF)

EFFはEEMのDBに保存されたデータのビューアとしての機能を持つもので、ライブモードでは収集したデータのリアルタイムグラフ表示、ヒストリカルモードでは過去データのグラフ表示およびアラームやイベントなどの情報を、ディスプレイ上に表示することができる。通常はEEネットワーク上のクライアントPCにインストールされ、収集データの表示および解析の用途に用いられる。このため、日時、ロットでのデータの検索機能を持ち、収集データをExcelなどの他の解析アプリケーションで扱えるように、収集データをCSVファイル形式で出力する機能を持っている。

図5に、EFFによるグラフの表示例を示す。

4. 適用例

e-fabDoctorシリーズによる、装置エンジニアリングシステム(EES)構築例を示す。

(1) CVD装置での装置異常検出と分類(FDC)

図6に、システムの概要を示す。

本システムでは、SECSメッセージのタッピングとPLCによるアナログ信号の高速収集機能の併用により、装置異常の検知システムを構築した。

収集されたデータは、FDCアプリケーションの統計解析アルゴリズムにより装置異常を検出し、アラームを発報するようになっている。

また、アナログ信号の装置からの取り出しにおいては、新規センサの設置を含めて実施している。

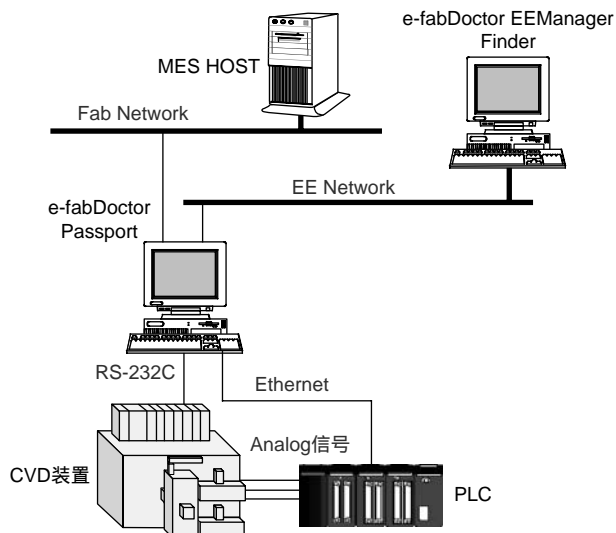


図6 CVD装置のEES構築例

(2) 露光工程での稼働管理システム

露光工程において、EFPに接続された露光装置(スキャナー)およびレジスト処理装置(コータデベロッパ)および線幅検査装置からのデータ収集による下記管理機能を実現している。

- ・稼働管理：稼働履歴の保持と稼働率算出/分析
- ・温度履歴：温度情報の履歴保持と分析
- ・仕掛情報表示：各号機へのロット仕掛状況の表示
- ・イベント履歴管理およびアラーム履歴管理

5. おわりに

当社のEES用パッケージソフトウェアであるe-fabDoctorシリーズは、MESなど既設システムとの高い親和性、装置に依存しないオープンなアーキテクチャ、センサーの追加に柔軟に対応できることを特長とし、EES標準プラットフォームとして200mm装置、300mm装置での実績を積み上げている。

EESは装置の稼働率改善およびプロセス機能の改善を実現し、OEEの向上を実現できるシステムとして発展するものと考えられ、デバイスメーカ、装置メーカと共同し、当社もその発展に寄与できるものと確信している。

参考文献

- (1)“装置エンジニアリング機能EECガイドライン(フェーズ2.5)”, International SEMATEC-JEITA/SELETE, 2002年8月版

* e-fabDoctor, FA-M3は、横河電機株式会社の登録商標です。

* Ethernetは、Xerox社の登録商標です。

* Windowsは、Microsoft社の登録商標です。