

e-Manufacturingを支えるe-Diagnostics

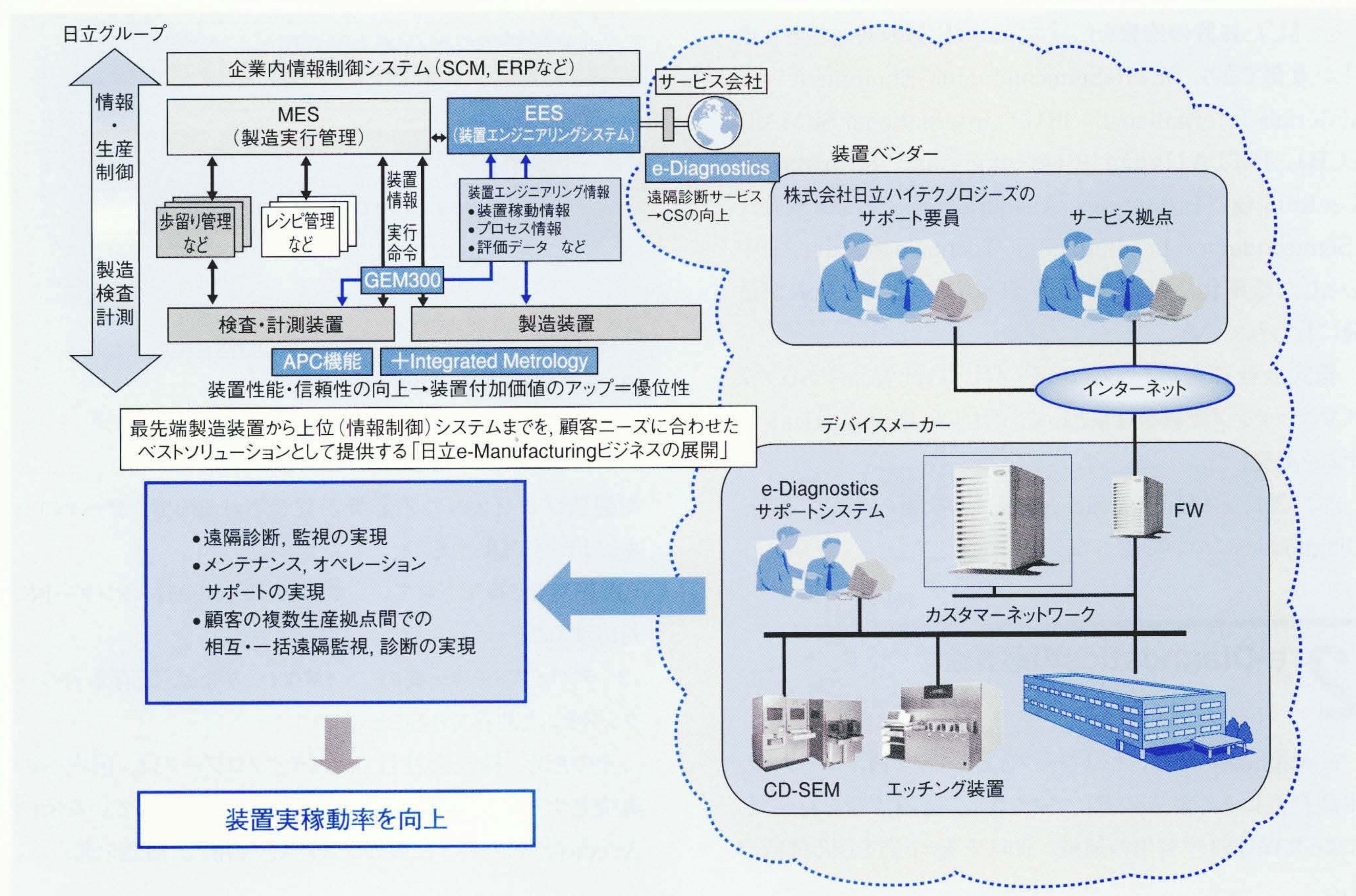
e-Diagnostics for Supporting e-Manufacturing

佐古成康 Shigeyasu Sako

近藤英明 Hideaki Kondô

山本秀之 Hideyuki Yamamoto

有馬純太郎 Juntarô Arima



注：略語説明 SCM (Supply Chain Management), ERP (Enterprise Resource Planning; 経営資源利用計画), MES (Manufacturing Execution System), EES (Equipment Engineering System), GEM (Generic Equipment Model), APC (Advanced Process Control), CS (Customer Satisfaction; 顧客満足), FW (Fire Wall), SEM (Scanning Electron Microscope)

e-Manufacturingビジネスでのe-Diagnostics

日立グループが提案するe-Manufacturingの中で、特に、遠隔診断技術であるe-Diagnosticsにより、平均故障修理時間 (MTTR) の短縮、装置稼動率の向上、顧客の保守管理費用の大幅な低減を実現することができる。

90 nm時代の最先端半導体デバイスの量産を支えるためには、デバイスメーカーのサイトにある装置の垂直立ち上げ、確認、修理はもちろんのこと、予防保全、プロセス支援も含めた広範囲なサポートサービスを提供するe-Diagnosticsが必要となる。その具体的な成果としては、(1) 平均故障修理時間 (MTTR: Mean time to Repair) の短縮、(2) 装置稼動率の向上、お

よび(3) 保守管理費用の低減が期待できる。

e-Diagnosticsについてのガイドラインは、ISMT (International SEMATECH) が策定中であり、順次発表している段階にある。株式会社日立ハイテクノロジーズは、他社に先駆けてデバイスメーカー各社のニーズにこたえる、e-Diagnosticsに必要な診断、解析用のアプリケーションソフトウェアを開発している。

1 はじめに

近年、半導体製造装置の装置実稼動率 (OEE: Overall

Equipment Effectiveness) の向上がデバイスメーカー、装置ベンダーにとって大きな課題となっており、ITを駆使したe-Manufacturing化が積極的に推進されている。従来のMES (Manufacturing Execution System) による生産管理にと

どまらず、装置自身が持っている各種装置情報に着目したEES(Equipment Engineering System)の開発が進められ、特に、APC(Advanced Process Control)による仕上げ精度の工程内・工程間補正や、FDC(Fault Detection and Classification)、e-Diagnosticsによる、装置個々の正確な稼動・保守管理を行うための高度なインテリジェントシステムの構築が図られている。

上述した装置の情報を伝達するには仕様の共通性と互換性が重要であり、SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International)、ISMT(International SEMATECH)、JEITA(Japan Electronics and Information Technology Industries Association)、およびSelete(Semiconductor Leading Edge Technologies, Inc.)を中心とした標準化活動の下で、ガイドラインの改定と発表が活発に行われている。

株式会社日立ハイテクノロジーズは、自社製品であるプラズマエッチング装置を対象として、新しいe-Diagnosticsシステムを開発した。

ここでは、e-Manufacturingを支える技術の一つであるe-Diagnosticsについて述べる。

2 e-Diagnosticsの必要性

e-Diagnosticsとは、ネットワークを介してデバイスメーカーの生産拠点にある製造装置にアクセスし、遠隔診断を行うことによって保守管理費用の削減、故障予測・予防を図る技術である。

近年、半導体の生産拠点は、国内外のさまざまな地域へ拡大、移行しつつある。このような状況下でも十分なアフターサービスを提供することが、装置ベンダーにとってますます重要になっている。アフターサービスは、サービスセンターまたは事業所の装置エキスパートによる、インターネットを利用した現地サイトの装置の診断・解析で提供することができるものと考えられる。

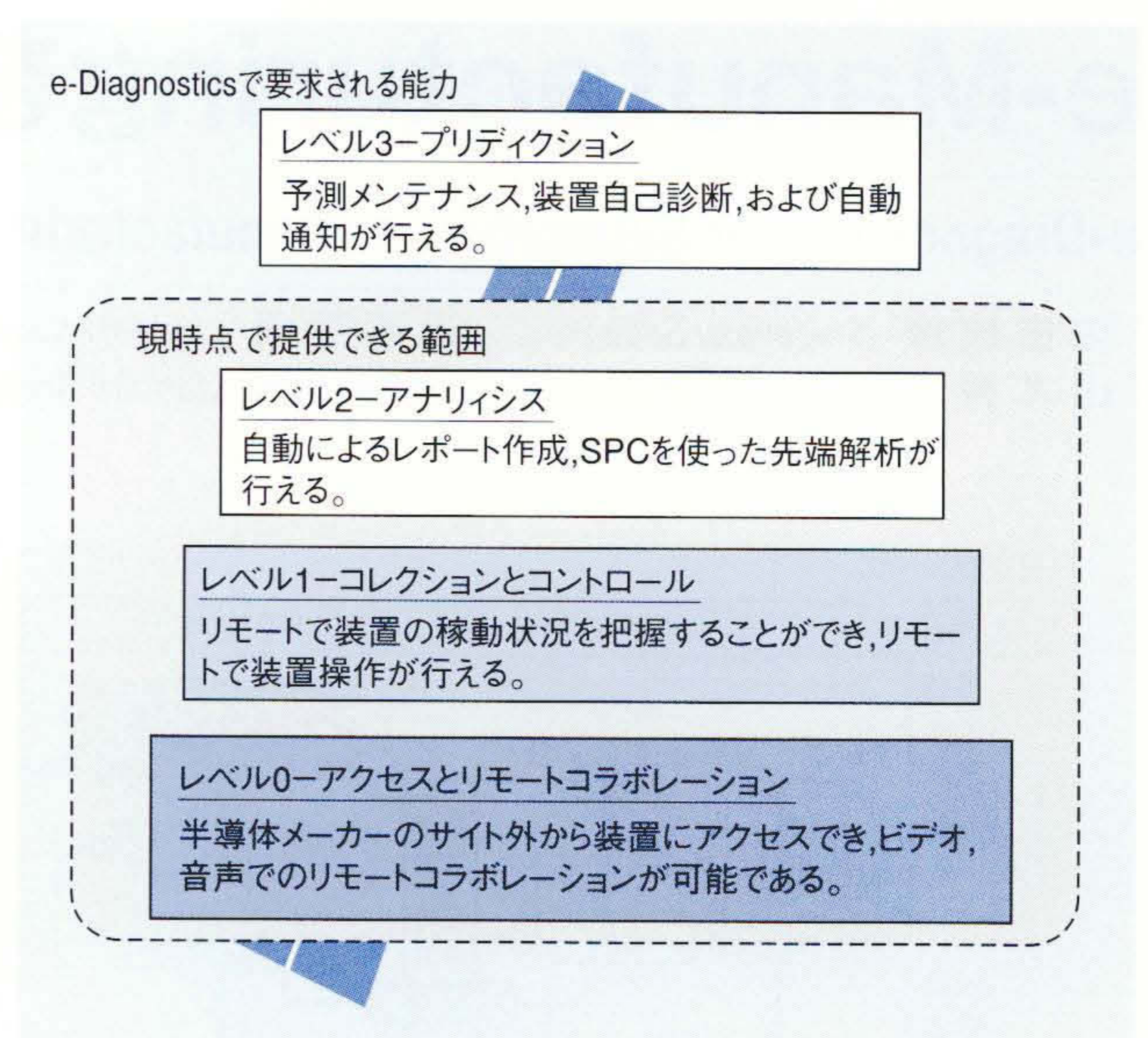
e-Diagnosticsのガイドラインは、2000年にISMTから提案され、デバイスメーカー、装置ベンダーの双方の意見を取り入れながら策定・改定作業が進められており、その実現に向けて4段階のレベル分けが行われている(図1参照)。

3 e-Diagnosticsサポートシステムの概要

3.1 e-Diagnosticsの開発

e-Diagnosticsシステムによって遠隔診断を実施する場合、以下の点を考慮する必要がある。

(1) デバイスメーカー側の脅威として製造機密データの漏えい



出典：International SEMATECH

注：略語説明 SPC(Statistical Process Control;統計解析制御)

図1 e-Diagnosticsのガイドライン

ISMTが提唱するe-Diagnosticsのガイドラインは、4段階に分かれている。

や製造プロセスへの悪影響が懸念されるので、データのセキュリティを確保すること

(2) ISMTで提唱されているガイドライン、SEMIスタンダードに対応すること

(3) デバイスメーカー側のファイアウォールなど、既存ネットワークシステムと共存できること

そのため、株式会社日立ハイテクノロジーズは、国内への販売とサービスを行う上で、上述の3点を満たしている米国Axeda(アキシダ)社製のシステムを採用し、開発を進めた。

3.2 e-Diagnosticsサポートシステムの特徴

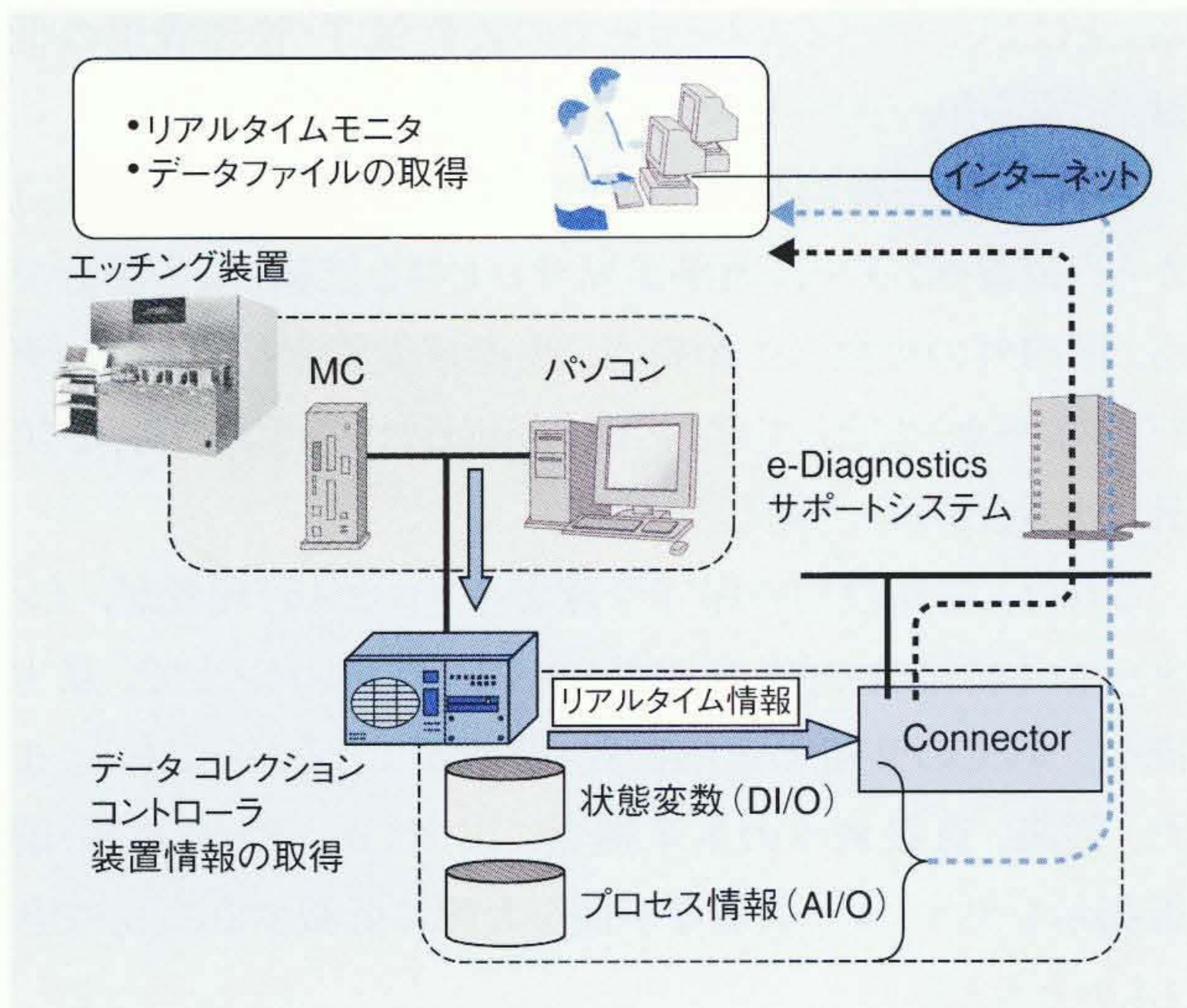
主な特徴について以下に述べる。

(1) ログイン認証などの多段階認証機能、Blowfish(32～448ビット可変長暗号かぎ技術)による暗号化をはじめ、高度なセキュリティ機能を用いることにより、さまざまな情報を保護することができる。

(2) 「ファイアウォール フレンドリー テクノロジー」により、インターネットに接続できれば特別なネットワークを構築する必要がなく、高度なセキュリティを保証された環境で利用することができる。

(3) 組込み型ソフトウェア“Connector”により、インターネット通信、リアルタイムデータ取得、ユーザー認証、データベース間の相互セキュリティ(ORACLE[®])のインスタンス機能採用)、リモート管理、メール通知などの、e-Diagnosticsとして必要な機能が実現できる。

※) ORACLEは、ORACLE Corporationの登録商標である。



注：略語説明 MC (Micro Computer), DI/O (Digital Input/Output)
AI/O (Analog Input/Output)

図2 データ コレクション コントローラの概要

データ コレクション コントローラではエッチング装置から装置情報を取得、蓄積し、状態監視に必要な情報をe-Diagnosticsサポートシステムにリアルタイムに送信している。

3.3 e-Diagnosticsサポートシステムの構成

各種装置情報のリアルタイムでの取得と蓄積を目的として、e-Diagnosticsサポートシステムと装置間のインタフェースとなるデータ コレクション コントローラを開発、装備した。この中に上述の“Connector”を組込むことにより、プラズマエッチング装置での遠隔診断を行うことができるようになる(図2参照)。

データ コレクション コントローラでは、各種装置情報(2,500点)を500 ms間隔で取得、蓄積している。さらに、“Connector”によって遠隔監視に必要な情報をリアルタイムで送信している。

遠隔診断ではログイン認証を経てアクセスする。ここでは、遠隔診断の対象となるクリーンルーム全体の状況、装置の運転状態(正常稼動、ウェーハ待ち、異常など)をウェブブラウザで把握することができる(図3参照)。

装置の詳細状況の把握や、オペレーション、メンテナンスサ

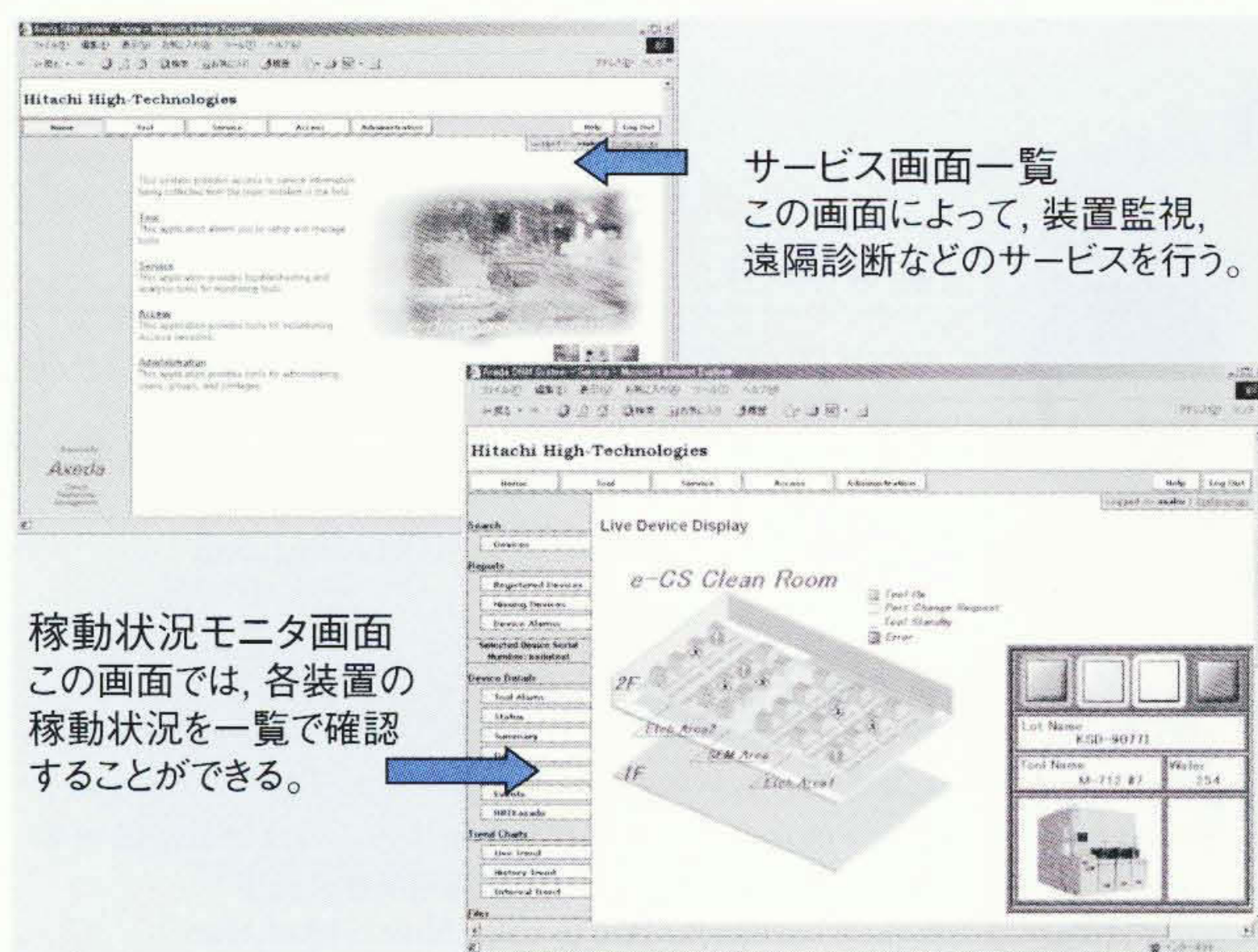


図3 e-Diagnosticsサポートシステムのサービス画面

ログイン認証を経て、クリーンルーム全体の稼動状況、装置自身の状況までを確認することができる。

ポートは、独自に持っているアクセス機能が有効になる。この機能では、遠隔地の装置画面を共有、または操作することができ、ファイル転送機能によって遠隔地の装置情報ファイルのダウンロードも行える。さらに、ここで取得した装置情報から不具合の解析もできる。

接続する相手側に特別なグローバルIP (Internet Protocol)アドレスを必要とせず、相互認証によって操作許可が実行できるなど、コスト面、セキュリティ面で大きな効果が得られる。

3.4 ISMTのガイドラインへの対応状況

装置ベンダーとして、e-Diagnosticsの最終的な目標は故障の予知である。装置異常が発生する前に状況を把握し、事前に処置ができれば、装置実稼動率(OEE)の向上に大きく貢献することができる。

このシステムでは、ビデオ、音声でのコラボレーションについては別システムを活用し、ISMTのガイドラインのレベル2までを実現している。今後、このシステムの導入により、各種装置情報の解析技術と診断ナレッジを蓄積し、最終レベルである故障予知の実現を目指していく考えである。

4 解析・診断のアプリケーションソフトウェア

アクセス機能を使ってインターネット経由で取得できる装置情報には、動作ログファイルによるデジタル入出力(DI/O)情報と、ガス流量や圧力などのアナログ入出力(AI/O)情報がある。これらの情報を用いて解析・診断を行うために、以下のアプリケーションソフトウェアを開発した(図4参照)。

4.1 DDS装置故障診断システム

DDS(Defective Part Diagnostics Support System)は診断する側が操作しやすいGUI(Graphical User Interface)

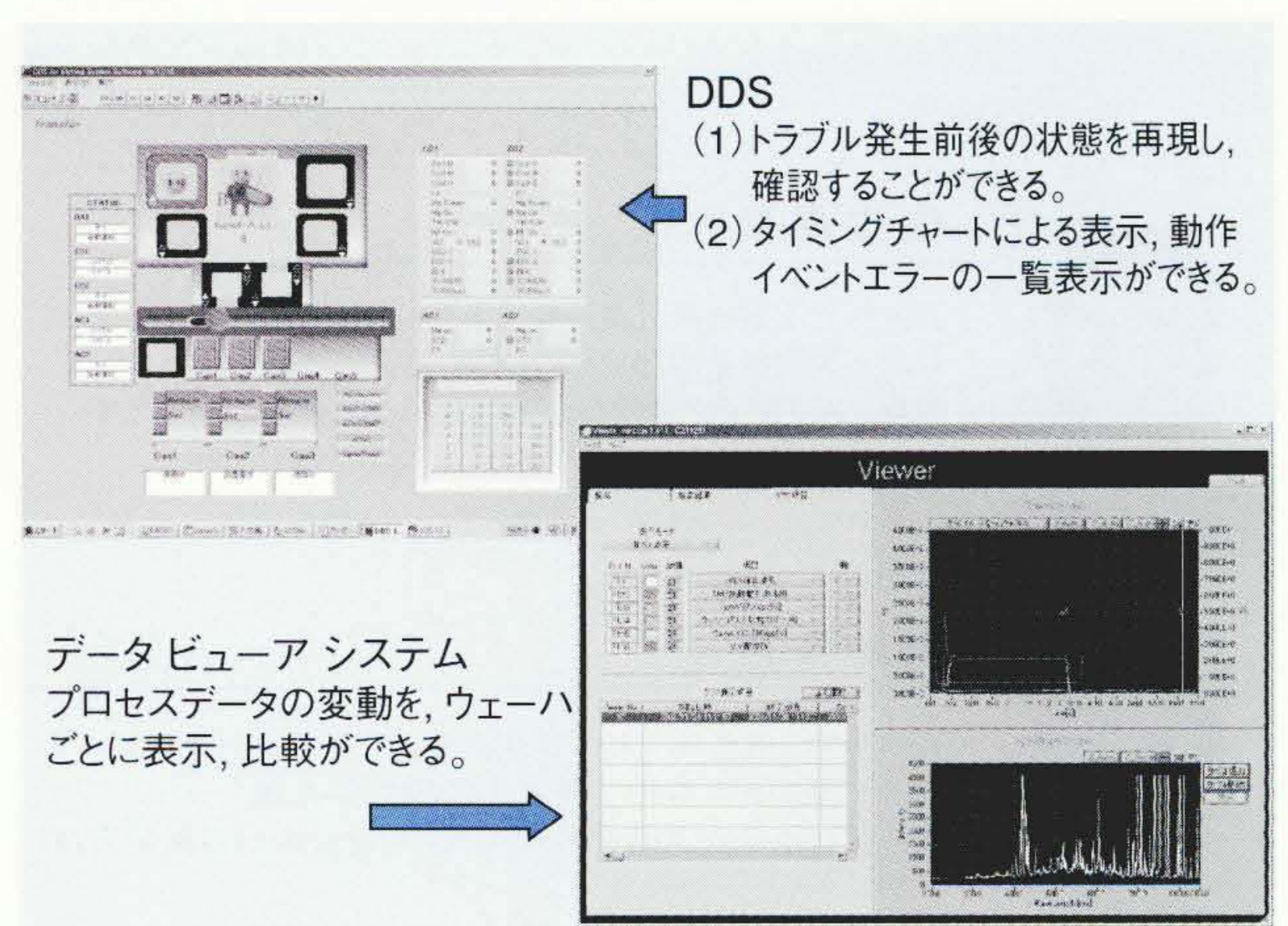


図4 解析・診断アプリケーション

解析用アプリケーションソフトウェアの適用事例の画面を示す。

を持つ装置故障診断システムであり、早くて正確な不具合解析ができるように設計している。

(1) 動作ログファイルを用いることによって不具合の発生前後の装置動作が再現でき、処理室の状態、機器類の動作経緯、ウェーハ位置などを見やすいグラフィックスで確認することができる。

(2) AI/O, DI/O情報からタイミングチャートによる表示、動作イベント、エラーの一覧を表示することができる。

4.2 データビューアシステム

データビューアについては、特にプロセス解析用ツールとして使用することを考えている。処理中のエッチングプロセス情報はAI/O情報として蓄積されており、このデータからグラフによるウェーハごとの表示・解析やデータの比較ができる。

4.3 解析・診断とその効果

上述のシステムをデバイスメーカーに導入した場合の具体的な解析・診断とその効果について述べる。

(1) デバイスメーカーに設置、またはシェアされるe-Diagnosticsサポートシステムによって装置情報が随時蓄積され、一般的なウェブブラウザでデバイスメーカー、装置ベンダー双方から現在の稼働状況を確認することができる。

(2) 装置に何らかの異常が発生した場合、製造ラインの装置管理者または装置ベンダーに、メールによる自動通知が行える。これにより、製品不良の発生の未然防止はもちろんのこと、装置の不具合対策を早い時点から開始でき、不具合件数の低減とMTTR(Mean time to Repair:平均故障修理時間)の短縮が図れる。

(3) 不具合内容と状況によっては、アクセス機能を用いた装置画面の共有により、遠隔地からの装置状態の確認やデータコレクションコントローラに蓄積された重要な装置情報の取得、DDS、データビューアなどを用いての早急な原因究明が可能となる。また、過去の装置情報を統計的に解析、活用す

ることにより、デバイスメーカーでの装置保守・管理費用の低減と、安心というサービスが提供できる。

さらに、最先端開発製品などについての情報保持の観点から、装置ベンダーに遠隔診断サービスを依頼しない場合でも、国内外の複数の生産拠点、生産技術管理拠点を持つデバイスメーカーにとっては、e-Diagnosticsシステムの導入・実装は大きなメリットがある。

これは、生産設備の保守管理者やプロセス管理者が、インターネットに接続できる身近なデスクトップパソコン上で、双方向や一括での装置の遠隔監視・診断ができるからである。また、従来、直接個々の生産拠点に出向くか、データ収集・解析指示を出すという煩雑な手間を大幅に低減することができるものとする。

5 おわりに

ここでは、日立グループが取り組んでいるe-Manufacturingにおけるe-Diagnosticsの現状と、今後の展開について述べた。

これらの技術により、従来、装置ベンダーとして提供してきたアフターサービスの方法は大きく変化し、新しいサービス手法とサービスシステムに急速に変わっていくものとする。

日立グループは、最先端技術を開発してこれを駆使し、e-Manufacturingの構築をいっそう推進するとともに、デバイスメーカーの高生産性の実現に向けて、今後も支援していく考えである。

参考文献

- 1) 宇佐見, 外:次世代半導体生産を実現するe-Manufacturingへの取り組み, 日立評論, 84, 3, 226~230(2002.3)
- 2) 山本, 外:プラズマエッチング装置におけるAPC技術, SEMI Technology Symposium 2001(2001.12)
- 3) ISMT:e-Diagnostic Seminar(2001)

執筆者紹介



佐古 成康

1990年日立製作所入社, 株式会社日立ハイテクノロジーズ 設計・製造統括本部 笠戸事業所 品質保証部 所属
現在, エッチング装置のe-Diagnosticsの開発業務に従事
E-mail: sako-shigeyasu @ sme. hitachi-hitec. com



山本 秀之

1984年日立製作所入社, 株式会社日立ハイテクノロジーズ 設計・製造統括本部 笠戸事業所 設計部 所属
現在, エッチング装置のAPC/e-Diagnosticsの開発業務に従事
E-mail: yamamoto-hideyuki @ sme. hitachi-hitec. com



近藤 英明

1984年日立製作所入社, 株式会社日立ハイテクノロジーズ 設計・製造統括本部 笠戸事業所 設計部 所属
現在, エッチング装置のAPC/e-Diagnosticsの開発業務に従事
E-mail: kondo-hideaki @ sme. hitachi-hitec. com



有馬純太郎

1983年日立製作所入社, 株式会社日立ハイテクノロジーズ 設計・製造統括本部 那珂事業所 ソフトウェア設計部 所属
現在, 測長SEMソフトウェア開発業務に従事
E-mail: arima-juntaro @ naka. hitachi-hitec. com