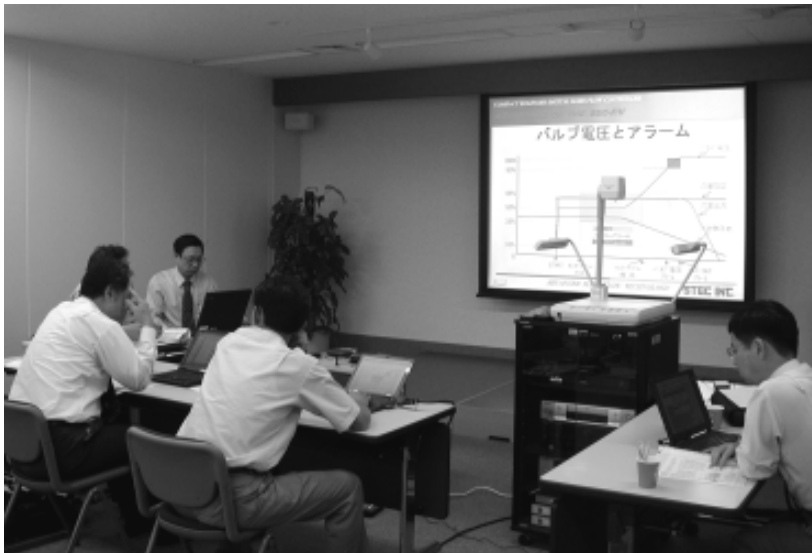


半導体ラインの生産効率向上プログラムと計測機器メーカーのアプローチ

Program for Improving Production Efficiency on the Semiconductor Line and the Approach of the Measuring Instrument Manufacturer



【ゲスト】
小林 秀
(株)半導体先端テクノロジーズ

【アテンダ】
原 清明, 氏家達郎
(株)エステック
酒井俊英
(株)堀場製作所

【司会】
永井良典
(株)堀場製作所

中国に世界最強のシリコン・ファウンドリを目指したLSI工場が始動しました。世界の半導体デバイスメーカーは、1セントでも安い製品を1秒でも速く市場に提供することで生き残りを図っています。一方で、多くの半導体工場では、製造プロセスの設備総合利用効率(OEE)は50%にも達していません。この度、(株)半導体先端テクノロジーズ(Selete)の小林秀様をお迎えし、半導体ラインの生産性向上のキーポイントは何か、計測機器メーカーであるホリバグループには何が求められ、何を提供できるのかについて話し合いました。Selete殿が開発中の装置エンジニアリングシステム(EES)、エステックのマスフロー監視システムソフトSEC-F/V、インターネットを経由したリモートメンテナンスなど、幅広く話題が展開しました。そして、これらの新たな取り組みが成功し、成果を挙げるためには、デバイスメーカー、装置メーカー、そして計測機器メーカーの枠を超えた「オープン化」がキーワードであると強く認識しました。

The LSI Plant in China has begun operations with the goal of becoming the world's leading silicon foundry. With survival on the line, semiconductor device manufacturers throughout the world are engaged in cent-by-cent, second-by-second struggle to quickly bring low-priced products to market. At the same time, a survey by SEMATECH indicates that the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of the semiconductor process does not even reach 50%. We recently invited Mr. Shigeru Kobayashi of Selete (Semiconductor Leading Edge Technologies, Inc.) to join in a discussion of key points for improving productivity on the semiconductor line, including action that the Horiba Group needs to take as a measuring instrument manufacturer and strengths that we have to offer. A wide variety of topics were discussed, including the equipment engineering system (EES) that Selete is developing, STEC Inc.'s SEC-F/V software for mass flow monitoring systems, and remote maintenance via the Internet. It became very clear during the course of the conference that the keyword for bringing these efforts to success and improving results is "openness", openness that transcends the traditional frameworks of device manufacturer, equipment manufacturer, and instrument manufacturer. Yoshida noted that clinical testing for substances, such as blood and urine, must be done in a truly scientific manner.



小林 秀

Shigeru Kobayashi

株式会社半導体先端テクノロジーズ
ライン生産効率向上プログラム
プログラムマネージャー

司会 今日は忙しいところありがとうございます。最初に、小林様から Selete の概要と、生産性向上プログラムのご紹介をお願いします。

小林 Selete は、半導体製造技術の研究開発を行うため、富士通、日立製作所など国内半導体メーカー 10 社が出資し、1996 年に設立された会社法人で、現在の半導体メーカーの委託者は 13 社となっています。研究者は全員委託会社からの出向者であり、エキスパート集団を形成しています。

Selete では、半導体製造分野における日本の国際競争力の低下を背景に、半導体製造技術におけるさまざまな取り組みがなされています。その一環として、ライン生産性向上プログラムでは、2001 年 4 月より、EES(装置エンジニアリングシステム)の開発に注力しています。

司会 EES とはどのようなものなのですか？

小林 EES を説明する前に EES 開発の背景を簡単に説明します。

ここに、SEMATECH(Semiconductor Manufacturing TECHNOlogy)がまとめた半導体工場における製造装置の稼働率の調査結果(図 1)がありますが、装置の総合利用効率(OEE)は 5 割にも達していません。あとは、装置の待ち時間や、ノンプロダクト・ウエハ、ダミーを使っていたり、装置の点検や故障修理に追われています。つまり、半導体製造工場の生産性を高めるためには、製造設備の OEE を向上することがどうしても必要であり、従来からの取り組みは十分でなかったという反省があります。Selete ではそのための強力なツールとして EES の開発を進めています。

EES とは、稼働管理や故障解析、部品寿命管理と呼ばれる装置運用技術の領域を統合し、更に装置の性能安定性を高めるためのシステムであり、従来、合理化・システム化が遅れていた装置管理業務を抜本的に改善する仕組みを、デバイスメーカーさんと製造装置メーカーの両方に提供しようとするものです。

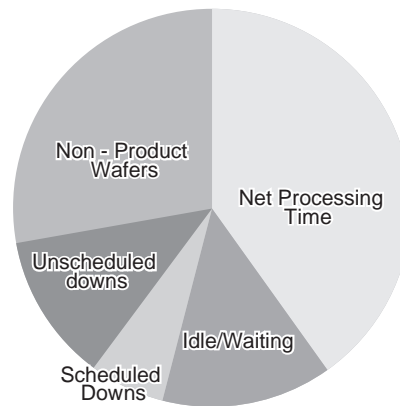


図 1 半導体製造装置の総合利用効率(出展 SEMATECH)

図2は半導体工場における装置エンジニアリング業務(EE)の現状をまとめたものですが、一口で言えば、EE業務がものすごく「人」に依存しており、これが生産ラインの自動化、合理化を阻んでいる。生産性を高めるためには、デバイスメーカーさんと製造装置メーカーさんとの積極的なアライアンスが欠かせません。そして、このアライアンスの前提となるキーワードがオープン化です。

オープン化とは、すばやく必要な情報と権限を一番適切な組織や人間、あるいはソフトウェア機能に渡すという考え方で、一番得意な人が行える体制の仕組みを考えましょうということです。デバイスメーカーは、ややもすると合理化への対応というのを、自分たちの中だけで考えていたりするので、もう少し業務分担を自由に考えたシステム化ができないか、と。結局、私はキーは業務のオープン化にあると考えてます。



原 清明

Kiyooki Hara

株式会社 エステック
執行役員 開発本部長
理学博士

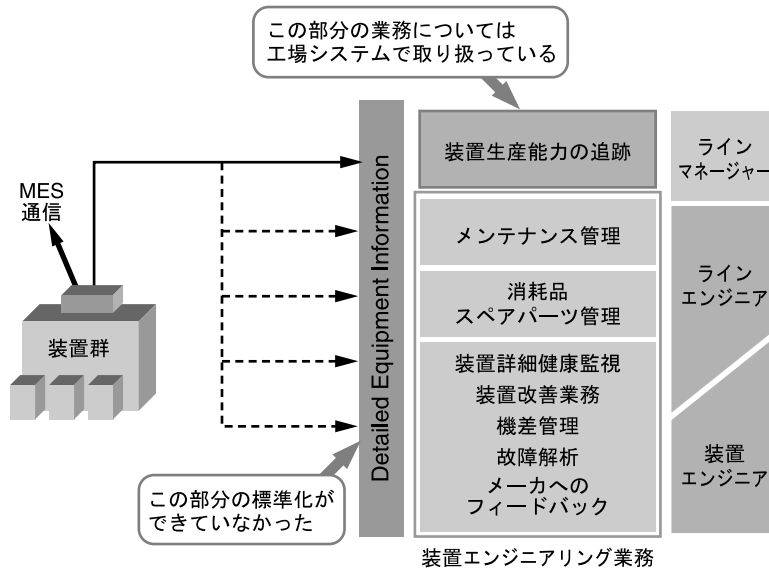


図2 装置エンジニアリング業務のシステム化

司会 とは言え、デバイスメーカーにはそれぞれの事情があり、自社のプロセスデータの公開には厳しい制限があると思うのですが、そのあたりをどう考えたら良いのでしょうか？

小林 確かに短絡的にデバイスメーカーサイドだけからの話をすれば、安定稼働とか性能維持の改善に対して、サプライヤからもっとコミットしてくださいということになります。しかし、このような一方的な視点では決して長続きしません。やはり、フィールドデータをお渡しするとか、お互いにウィン・ウィンになるような格好でのオープン化が必要だと思います。この業務分担の見直しのメリットについての相互の認識が十分であることが必要です。実際に何をやるかといえば、「生産制御視点と装置視点の情報を分離して集め、そして装置視点の情報を徹底的に利用できるようなオープン化しよう」というのが私たちの提案です。



氏家達郎

Tatsuro Ujiie

株式会社 エステック
営業推進部
課長

生産性の向上には、プロセス性能の安定化と、製造装置の基本機能の改善という二面からのアプローチがどうしても必要になります(図3)。プロセス面ではAPC(Advanced Process Control)やFDC(Fault Detection and Classification)など、また装置面では機器の基本性能の把握、装置改善業務や予防保全業務などをネットワーク技術を駆使してオープン化し、OEEの最大化を図らなければなりません。このために何をできるようにするかを、ユーザ、部品メーカー、装置メーカー、ソフトウェアメーカーが有効な提案をお互いに行き交うまでEESを皆で検討することがセキュリティについて本当の方針が決まるのに必要であると思います。

例えば、装置の故障の予知や予防、あるいは装置性能の変動はプロセスモニタを使って、プロセスの詳細データや装置の基本性能データなどの収集が必要になります。これらをEESデータベースと呼んでいますが、この時重要なのは情報のハンドリングを行うインターフェイスの標準化を図ることです。

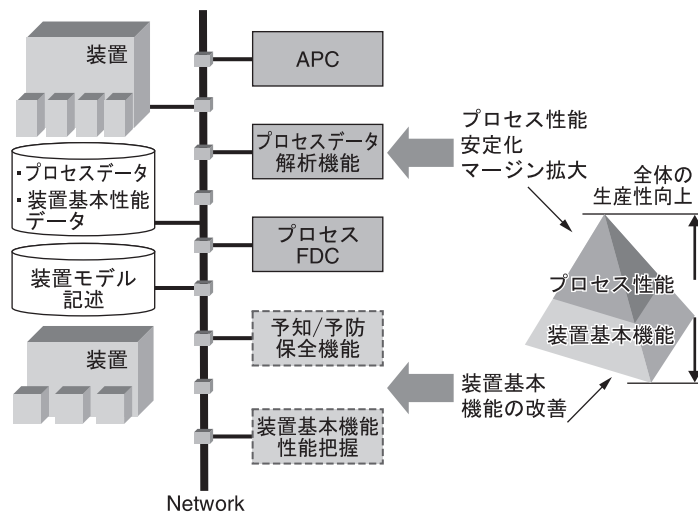


図3 EESの位置付け

司会 ここでおっしゃる標準化とは、デバイスメーカーさんや装置メーカーの間で情報が自由に行き交うようにするという意味ですか？

小林 Seleteのスタンスは共通のインフラ技術を開発するというものです。この共通インフラがあると、いろいろと自由に業務が発展するということの基礎を提案しているわけです。

例えば、異なるメーカー同士で情報が混ざり合わないとか、あるいは他のメーカーさんの中身が見えてはいけないとか、そういうセキュリティの話は当然あってしかるべきだと考えています。

我々が狙っているのは、あくまでも生産性の向上を目指したオープン化です。例えば、装置メーカーさんに対してデータを渡せば、装置メーカーさんがもっとよく面倒を見てくれるから出すんだという仕組み作りです。

司会 小林様ありがとうございました。生産性向上のためには、プロセスと製造装置が緊密かつシステムティックに連動していなければならないことがよくわかりました。

それでは次に、原さん、マスフローコントローラのメーカーの立場から生産性向上への取り組みを紹介してください。

原 先程小林様から、「製造装置の稼働効率(OEE)が低いよ。装置の基本性能部分の安定化が必要ですよ。」とご指摘を受けたのですが、私どもとしましては、何と言ってもアンスケジュールド・ダウン・タイム、つまり突発的な故障をどうやって予知するのか、そしてこのためのプロセスデータをいかに吸い上げるかが一番気になるところです。まず、当社が開発を進めていますマスフロー監視システムソフトSEC-F/Vを紹介させていただきます。

氏家 通常、マスフローは、流量の設定と制御結果しか管理されていません。ところがマスフローのバルブの制御状態も監視すれば、より情報が豊富になります。エステックでは、バルブの制御電圧を含め、パソコンで監視/記録するソフトを開発しました。バルブの制御電圧を監視することで流量制御不能になる前にマスフローの異常を検知することができます。図4は、ソフトの画面ですがアラーム情報と制御状態がすべて記録に残る様子を示しています。

現在、いろいろなお客様に、採用していただいておりますが、大規模な採用はまだありません。その理由は、製造装置やプロセスの間の取り合いや通信のプロトコルなど、インターフェイス部で連携がうまく取れていないために、せっかくの機能を十分には使ってもらってはいません。一方では、生産効率向上のために、こういうことはどんどんやっていきたいというお客様も少なくなく、海外において、特にアジアのデバイスメーカーさんなどはデジタルマスフローの導入に非常に熱心です。

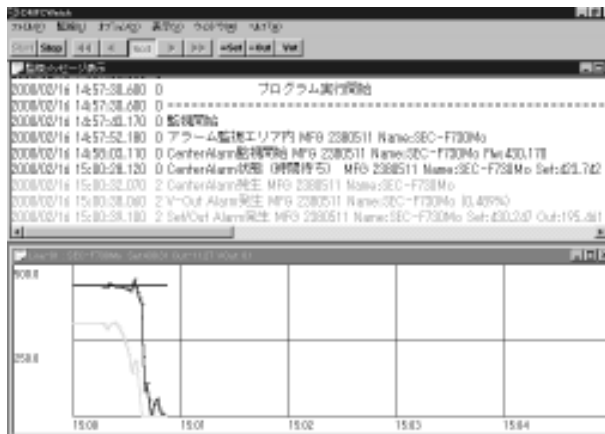


図4 マスフロー監視システムソフト SEC-F/V のアラーム表示画面

小林 そうですね、このような取り組みは、情報のコンシューマがしっかり定まる枠組みが必要だと思っています。一次圧が変わる要因はさまざま、MFCの電圧を監視するだけでは、原因までの推定は難しいかもしれませんね。

氏家 「毎回同じ条件でエッチングをしているはずなのに、昨日に比べて今日はこんなにバルブ電圧が高くなっている。これは何か起きているらしい。メンテナンスが近いぞ。」と、まずは、異常が少しでも早くわかればいい。「そのためにこのシステムを使われたらいかがですか？」というのが我々の提案なのです。

当社では、製造装置とメンテナンス用のパソコンをつないで、流量を始めとした関連する情報を取り込み、データを評価して、レポートしますというシステムを開発中です。ところが、パソコンの上ではモニタできるけれども、出てきた結果をフロアのアペレータにフィードバックするシステムがない。この点がネックになって、個々の現場レベルでは賛成してもらっても、ライン全体としてはまだチョットやりにくい、というそんな感じです。

小林 確かにそうですね。コンポーネントのレベルでの情報をリアルタイムに見るといことがなかったら、結局、ラインのアンスケジュールド・ダウンを減少させることは難しいです。これは、我々 Selete が EES を提唱している原点でもあります。

司会 先程からのMFCのお話は、エッチングやデポジットなど製造プロセスそのものと直接関連しており、EES とのなじみは深いと思いますが、一方、マスクのゴミ検査装置や膜厚計といった計測機器が、プロセスの状態監視やでき上がったデバイスの品質評価に使われています。そういうデータはEES とどのような絡みが出てくるのでしょうか？



酒井俊英

Toshihide Sakai

株式会社 堀場製作所
ソフト開発部
部長

小林 近年、半導体製造ラインではSEMなどの分析装置を使って歩留まり管理をするケースが増えています。YMS (Yield Management System)とかADR(Automatic Defect Review)と呼ばれています。ただ、YMSは計測機器を使って、「このデバイスは不良ですよ！」とか、「プロセスが変ですよ！」といった警報を出すことが仕事であるのに対し、EESは「どうもこのあたりがだめですよ。」ぐらいまで言わないといけなから、少し性格が違います。確か、ホリバさんでも関連の計測機器を作っておられましたね。

司会 はい。分光エリブソを使った全自動超薄膜計測システム(UT-300)や自動液晶検査装置などがあります。

小林 膜厚計はEES と関係が深い。例えばCMP (Chemical Mechanical Polish)などはすごくわかりやすい例だと思います。酸化膜を厚く付けてしまったので余計な分を削り落とすケースです。本来2000Å付けるつもりが、2500Åになってしまった。さて、どこに原因があり、どうすれば良いのだろうか？ これなどは、診断、解析にEESが大変有効なツールになると思いますし、EESと そのような計測結果を組み合わせることで業務の定型化システム化が可能になります。また、CVDが3台あって、ノミナル・レシビを2000Åで上げたのに、2100Å、2000Å、1900Åとばらついてしまう。機種差の管理と調整もEESの対象になります。

いずれにしても、EESを進めるためには、各プロセスと製造装置装置のインターフェイスを標準化することがまず必要になります。と同時に、各製造装置、計測機器がデータを供給でき、そのデータを利用するアプリケーションを両者でできる限り共有することも大事です。これができないと、無駄の多い、絵に描いた餅となりかねません。

司会 共有化という点からは、今やWebは欠かせないツールだと思います。酒井さん、このあたり対計測機器メーカーは、どのように対応を考えているのですか？

酒井 日本電気計測器工業会では、少し前頃から計測機器の分野でも積極的にインターネットを活用するように考えてきています。その基本は、工場内部ではイントラで、社外や遠隔地の事業所との間はインターネットで結んでデジタル・コントロール・システム(DCS)を構築しようというものです(図5)。ここでは、インターネットにつなぐことによって、プラントのトレンドが外部からもリアルタイム見える点が最大のメリットです。サービス機能もオープン化され、アウトソーシングが可能になります。ただ、大量のデータを扱うと同時に、リアルタイム性を実現するための高速通信に対する技術的問題やセキュリティの問題など、課題も多く残されています。

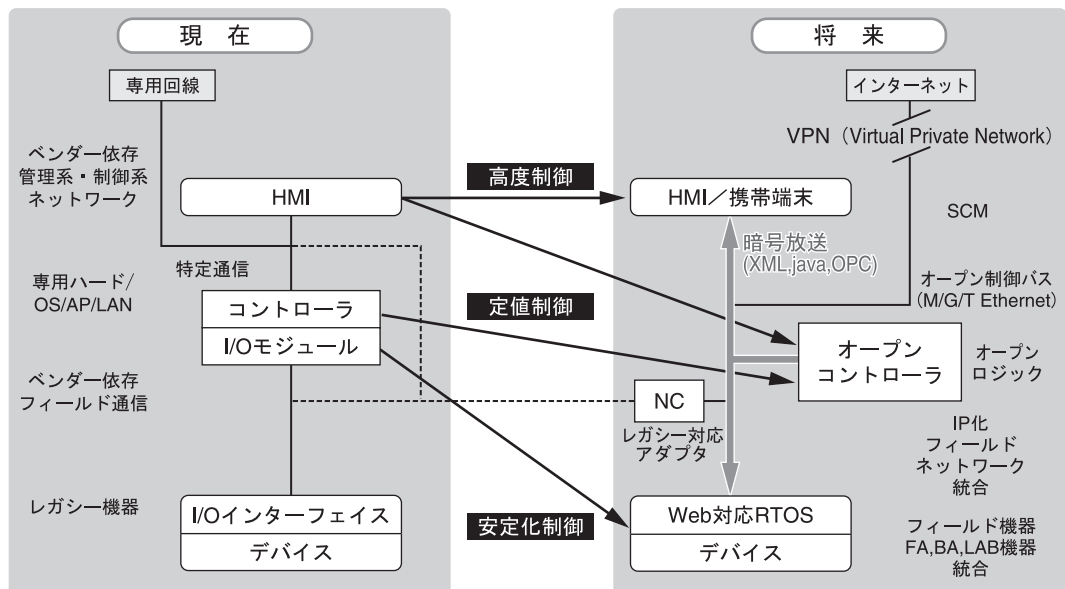


図5 DCSのインターネット化のイメージ

小林 近年のパソコンや通信系のハードの進歩を考えると、ハード上の問題はかなりクリアできるようになるのではないのでしょうか。とはいえ、計測機器のような莫大な情報をリアルタイムに収集し解析するためには、十分に業務を分析した上で、一次的な診断と二次的な診断に分解し、現場に近いところでのルーチンに近い診断を定型化、更に高度の判断はそれぞれの専門家に任せるとというのが現実的ではないのでしょうか。

酒井 確かに、役割分担はコスト面からも重要です。ある電力系のユーザの煙突に取り付けた窒素酸化物濃度測定装置をリモートメンテナンスした時の検討事例です。厳しい経済状況下、ユーザさんも経費削減が大きな課題です。そこで、電力会社さんと協力して、場内十数个所の分析計のデータを無線で管理事務所へ飛ばすシステムを検討しましたが、この時分析計の異常を事前検知できるモニタ機能も一緒に組み込むことが重要です。具体的には、電子クーラーの温度と水分干渉補正用検出器の絶対出力のモニタリングです。図6に示すように、両者は同時にドリフトを始めており、故障の前兆です。このような判断には相応の経験と勘が必要となりますが、管理事務所から当社のサービスステーションにデータを送ってもらい、対応することを考えています。どうもこちらあたりになると人それぞれの能力に左右されてしまい、今日の主題であるEESの話とはだんだん離れていくような気がしますね(笑)。

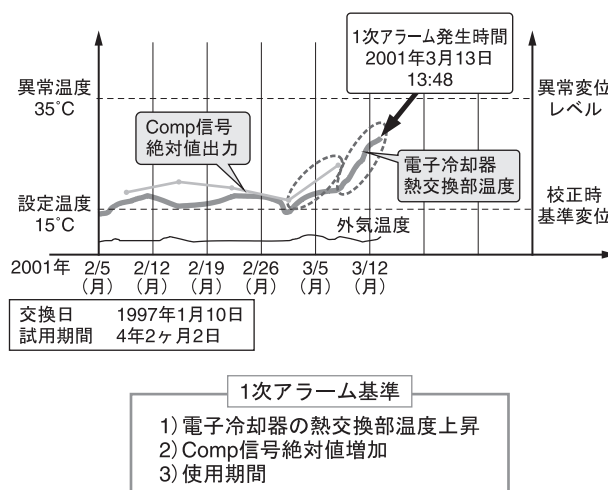


図6 煙道排ガス分析装置の動作状態のリモート監視

司会 人間臭いお話がでてきたところで予定時間がきてしまいました。最後に、ご出席の皆様方から、本日の感想、今後の抱負など一言ずついただき締めたいと思います。では、小林様からお願いします。

小林 今日はEESのお話を中心にさせていただきましたが、工場の運営上有効な情報活用ができるように、計測情報の利用業務や、マスフロー等のコンポーネントレベルの情報の利用業務をどのように位置づけていくかが重要であることを改めて確認させていただきました。個々の技術進歩や努力などを束ね、より大きな総合的な効果を出せるように導くことにEESは大いに貢献できるシステムです。このような枠組みを業界全体で一緒に創ることが、一番重要なことだと思います。今後は、効果あるシステムの実例作りについても、多いにお教をいただきたいと思っています。

原 Seleteさんの活動としては、300mm対応装置の評価から始まり、更に活動を大きく発展させて装置の総合利用効率の向上を目指して、鋭意EESを開発されてこられたことにまず敬意を表したいと思います。EECのガイドラインもSEMATECH/JEITAの共同で既に発行されており、それに沿ってデバイスメーカーさん装置メーカーさん更にそのサプライヤさんが装置の生産性向上のために、小異に拘らず大同を目指して、「オープン化」を基本に協力できる土壌を我々も含めて更に深める必要があると感じました。

実際300mm装置を機にそういう環境が実質的に整いつつあると思います。Seleteさんのご指導のもとに、ホリバやエステックなりができるところで、具体的にさまざまな例を作っていくことも重要と思われるので、今後もよろしく願いいたします。

酒井 今日、小林様から半導体製造装置の稼働率が以外に低いことを伺い大変驚きました。一方、コンポーネントやユニットのインテリジェント化を考慮する形で、装置状態モニタ、異常検出、予知保全、リアルタイム制御などによる設備総合効率(OEE)の向上を目指しておられる様子をお聞きして、これならば比較的速い時期に対応が可能ではないかという確信を持つこともできました。

OEE向上のためには、e-Diagnosticsのように、私ども計測機器メーカーも開発・設計段階から遠隔監視・遠隔診断を考えておかねばなりません。そのためにも、装置エンジニアリング機能(EEC)にガイドラインを示していただいたことは、大変意義深いものだと思います。今後は、本ガイドラインを参考に、半導体ラインの生産性向上に直結するような機能を持った製品を開発して参りたいと意を新たにしました。

司会 ありがとうございました。