

S-PLUS を用いた半導体生産ラインにおける エンジニア向け解析システムの構築とその展望

野洲セミコンダクター(株)技術部 清水 正男

半導体の生産ラインでは、製品の履歴情報から機能試験の結果まで多種多様で大量のデータが存在している。これらのデータを解析し、その結果に基づく対策は、生産ラインの歩留まりを向上させ品質を維持していく上で効果的である。しかしながら、これらのデータの形式は統一されておらず、必ずしも取り扱いやすい形式になっていない。我々は、これらのデータを一つのデータベースに統合し、解析エンジンとして S-PLUS を用いた、技術者用データ解析システムを構築した。今回、このシステムについて紹介するとともに、今後の展開について述べる。

1. はじめに

半導体の生産ラインでは、製品の履歴データ、工程内で測定された物理特性データや電気特性データ、パーティクル測定装置による概観検査データ、最終機能検査結果のデータなど多種多様で大量のデータが存在する。これらのデータを解析し、その結果に基づく対策は、半導体工場を稼働させる上で必要不可欠である。しかしながら、前述のデータの形式は統一されておらず、必ずしも扱いやすい形式になっていない。

われわれはデータベース上にこれらのデータを一元的に収集し、このデータベースからの解析エンジンとして S-PLUS を用いた技術者用データ解析システムを構築した。

今回、このシステムについて紹介するとともに、今後の展開およびこれからの新しい解析手法の必要性について述べる。

2. データベースの構築

図1にデータベースの概念図を示す。ハードウエアは IBM RS6000 を使い、OS は AIX、データベースには DB2 を使用した。まず、履歴データや電気特性データをそれぞれのデータソースから、まず複数の RAW DB へ収

集する。次に、単一の ANA DB へ転送する際に、若干の演算や文字列から数値への変換などのデータ加工を行う。最後に、ANA DB からデータを取り出し、S-PLUS を用いて解析を行う構成とした。

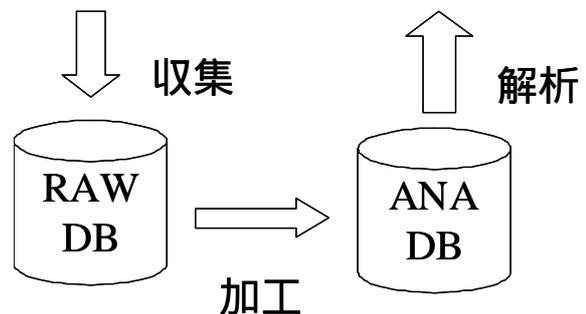


図1 データベースの構成

つまり、データソースからのさまざまな形式のデータをいったん格納しやすい形式に設計したデータベースに収集し、解析のために取り出しやすいように設計したデータベースに転送する構造にした。

この構成は、データの流れてとして、一見複雑でシステム全体のパフォーマンスも悪いように思えるが、データソースが遠隔地にあり、データ転送に工夫がいる場合や、大量のデータをまったく異なったデータ形式に変

換する必要がある場合などでは、技術者が解析結果を手に入れるまでのトータルで考えると、図1の2段構成がよいと考える。

3. データ解析

半導体生産に携わる技術者に対してサービスを提供するに際して、3つのルートを設定した。まず、AIX 版 S-PLUS でプログラムされたバッチ処理により生成されたレポートを、イントラネットを通して公開するルート。第2に、ブラウザからの双方向の解析するルート。第3番目のルートとして、ODBC 接続により、技術者が直接DBからデータを取り込み、WIN 版 S-PLUS を使用して解析するルート。

それぞれの事例を図2 - 4に示す。図2は、あらかじめ作成されたレポートの選択画面。必要なものをクリックすると、図3のようなチャートが得られる。図3は電気特性データの推移。図4は、ブラウザを通して、設定した条件に従い抽出したデータを、ロットの履歴情報を X 軸に時系列に並べなおしたもの。図5は、データを ODBC 経由で自分の PC に取り込んだあと、決定木により原因工程を判別し、その工程における装置間差をボックスプロットした例。

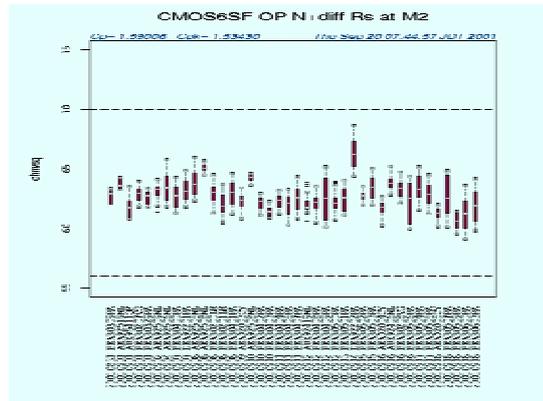


図3 電気特性の時系列グラフ

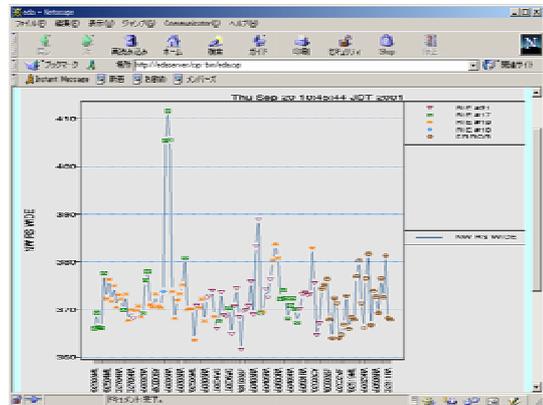


図4 イン트라ネットからの条件設定後、描画させた結果の表示例

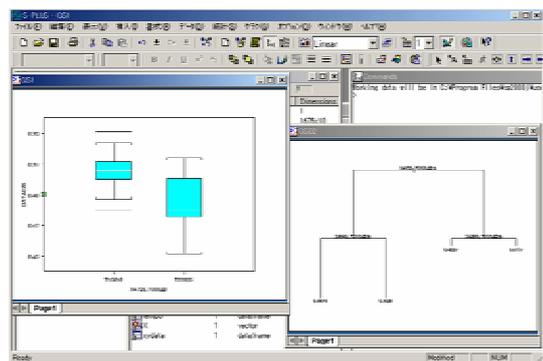


図5 ODBC 接続でデータを取り込んだ後の解析事例

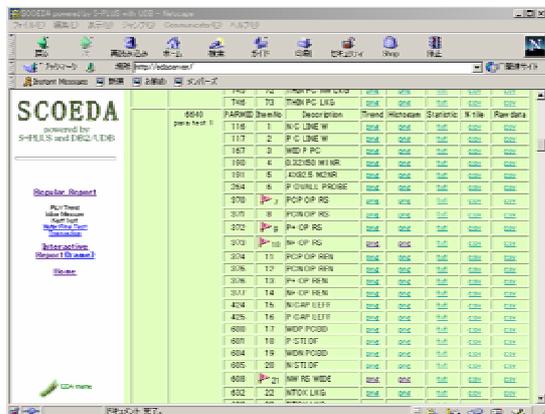


図2 レポート選択画面の例

現時点で最初の事例は、およそ 1000 枚のレポートを毎日深夜に作成し、技術者が出勤してきた際には、最新の情報が得られる

ようにしている。また、第2, 3の事例については、常時必要に応じてデータを提供できる体制にある。

4. ラインの立ち上げと解析手法

量産立ち上げ段階で用いられる解析は、それぞれの段階で必要な手法が異なる。試作品の投入から量産までは、4段階に分けられる。立ち上げ段階別に必要なデータ解析手法を、4つの段階に分けて図6に表した。

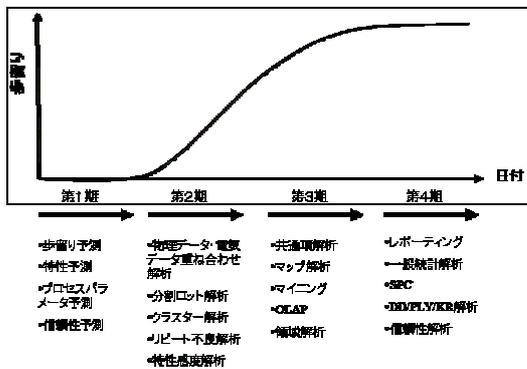


図6 量産立ち上げ段階で必要な解析手法

第1期は、試作品を投入する前に必要な手法である。主に予測に関する手法が必要となる。第2期は、初期の試作品のデータがとれ、量産化のめどが立った時点で用いる解析手法。特性を合わせこむために必要な相関解析や、ウエハ面内での特異点を抽出することが必要となる。第3期は、歩留まりをさらに向上させる段階で必要な解析手法。生産装置の号機間差などのように、明らかなトラブルとまでは言えないような事象で、歩留まりを悪くしている要因を抽出することが必要となる。第4期は、目標となる歩留まりに達成し、完全な量産モードに入った段階で必要となる手法。トラブルロットの早期発見や、信頼性の維持が必要となる。また、こ

の段階で蓄積されたデータは、次期新製品の第1段階の予測に用いられる。

日本の半導体産業は厳しい状況に置かれ、安価で大量生産向きの DRAM の生産から、収益性の高い論理 IC の生産へと転換されてきた。しかしながら、論理 IC の生産においても、いかに早く高歩留まりを短期間で達成するかが、これからの半導体生産ラインの鍵になる。

今まで半導体製造ラインにおけるデータ解析は、前述の第3, 4期に対する手法が注目されていた。演算速度が飛躍的に高くなったコンピューターを使い、大量のデータを処理するデータマイニングなど手法も確立されてきた。また、社内の電子メールのシステムの発達に伴い、自動的に工程内部のデータをモニターし、警告の電子メールを送信するなどのシステムも構築されてきた。これは、今までの半導体生産ラインでの品質管理に大きく貢献したことは言うまでもない。

しかしながら、これからは半導体製品の開発サイクルはますます短くなり、1品種の製品寿命が短くなることに加え、ウエハのサイズは300mm とますます大口径化していく。このため同一品種の大量のデータを扱う解析手法に加えて、前述の第1, 2期に必要な比較的データ量は少ない局面でのデータ解析手法が注目されてきた。第1, 2期でデータ解析し、問題点を早期に抽出することは、生産ラインの短期間での立ち上げに大きく寄与する点でも注目されている。

5. これからの解析手法

前章で述べた第1, 2期において必要とされる代表的な解析手法の一部について述べる。

今後、ウエハは大口径化するので、ウエ

八面内での特性の変化や、不良チップの局在が顕著になる。一例として、図7にウエハ面内での不良に対する、ウエハ単位での良品・不良品の切り分けについて説明する。

今までの考え方では、上の3枚のウエハは、「不良チップが多いウエハで一番下のウエハだけが良品」という分類であった。第2期のように不良のとなる原因が複数ある場合、このような従来の分類方法では、その後の解析からも原因を見つけ出すことが困難であった。これからは、「上の2枚は、左側外周に不良チップがある。下の2枚はこの点に関しては良品」「1, 3枚目は右側外周に不良チップがある。2, 3枚目はこの点に関しては良品」といったように、ウエハ面内での不良チップの局在具合を指標にした解析が必要となる。

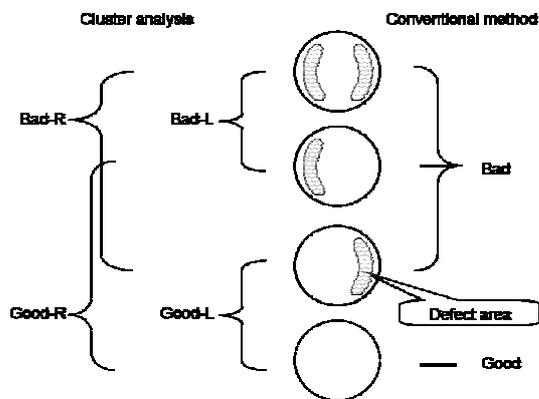


図7 不良チップのウエハ面内での分布による良品・不良品の切り分け

第1期で特に有効な手法は、歩留まり予測、特性予測などの予測に関する手段が重要である。たとえば、歩留まり予測を例にとると、新製品を投入する際にその製品の歩留まりが、正確に予測できるならば、いままで、確実に注文された数量を確保するため

に投入してきた、余分なウエハの投入を極力少なくすることができる。このため、生産ラインも見かけ上の能力も向上し、生産性にも貢献できる。

いままで信頼性の評価は、実際の製品チップをサンプリングし、ストレス試験によって行われてきた。この手法では、時間も費用も必要である。今後は前述のデータベースに収納したデータを用いたデータ解析だけから信頼性を見積手法も確立する必要がある。

6. さいごに

半導体生産に関して、必要とされるデータ解析の手法は、数多くある。半導体製品を作っていくうえで、それぞれの局面において必要とされるものが違う。

今回、量産ベースでの統計解析システムを構築した。これは、既存のラインの品質管理・問題の早期発見に効果的なシステムとなった。

また、試作品の投入から量産までを時間軸に取り、それを、4分割し必要な手法についてまとめた。その中で、今後立ち上げ初期にはますますデータ解析が必要となり、その成否が新製品の量産化の鍵となるといえる。しかしながら、必要とされる手法は、いろいろ提案され検討されている段階である。今後、基本的な手法として確立されていくことが望まれる。

S-PLUS ユーザーミーティングを通して、これらの手法が提案・検討され、確立されていくことを期待する。