

JEITA

300mm Prime

ガイドライン

フェーズ 2

JEITA-JSIA

第 2.50 版

2008 年 8 月

目次

1. 300mmPrime ガイドラインが目指す次世代工場.....	3
1.1 序	3
1.2 背景	3
1.3 実装タイミング	5
2. 基本ガイドライン	6
ウェーハ観点の製造管理と制御：	6
2.1 ウェーハ観点の製造管理と制御.....	6
2.2 ビジネス境界を跨った装置品質の保証.....	7
2.3 階層的な装置加工実施性能の保証.....	9
3. 装置エンジニアリングデータ/モデルの定義.....	10
装置品質の能動的可視化.....	10
3.1 製造装置品質の能動的可視化.....	10
3.2 製造装置品質保証の強化.....	11
3.3 装置基本機能可視化への注力.....	12
3.4 装置性能健全性判定閾値の提供.....	12
3.5 デバイスメーカーと装置メーカーとの協力関係.....	14
3.6 装置エンジニアリングデータ収集と利用の効率化.....	15
装置エンジニアリングデータの定義.....	16
3.7 装置エンジニアリングデータの利用分野に応じた提供.....	16
3.8 装置エンジニアリングデータの構造.....	17
3.9 装置エンジニアリングデータの質.....	18
3.10 機差、チェンバ間差の可視化への注力.....	19
4. ウェーハ単位での装置制御	20
4.1 製造装置の段階的な稼働停止 (EEC ガイドライン)	20
4.2 ウェーハ処理に直接関与しない装置性能の調節.....	21
4.3 ウェーハの連続的な供給と回収.....	22
4.4 バッチ処理装置での特急ウェーハの追い越し制御.....	23
5. 製造装置の生産性改善.....	24
段取りの定義	24
5.1 段取り可視化.....	24
5.2 装置段取り作業の工場側からの制御.....	26

5.3	異なるロット間のウェーハの連続した処理.....	27
5.4	意図した通りのウェーハの安定な処理.....	28
5.5	装置内部のカウンター情報等の外部参照.....	29
5.6	マルチチェンバ装置の高効率運用.....	30
6.	新装置・工場管理システム制御界面.....	31
6.1	ウェーハ管理界面の追加.....	31
6.2	装置制御界面でのウェーハ制御.....	32
6.3	装置内でのウェーハ毎トレーサビリティ.....	33
6.4	処理済みウェーハと処理前ウェーハとの区別.....	34
7.	連絡先一覧.....	35
8.	改訂の記録.....	36

付表一覧

図 1 : 次世代工場へのパラダイムシフト

図 2 : ウェーハ観点のサイクルタイム可視化

図 3 : 段取り作業による生産性低下防止対策の例

1. 300mmPrime ガイドラインが目指す次世代工場

1.1 序

本ガイドラインは、JEITA 半導体部会半導体技術委員会下の 300mm プライム・タスクフォースによって作成されたものである。本ガイドラインの要求範囲は、参加企業により合意された製造装置および周辺システムの分野に限定している。本ガイドラインは、既存のグローバルガイドライン(300 mm 半導体工場のための CIM グローバルジョイントガイダンス、装置エンジニアリング機能 (EEC) ガイドライン) を基にし、次世代製造装置によるプロセスのサイクルタイム削減、**できばえ**制御性能向上、次世代工場に必要な製造装置生産性向上強化をねらって、既発行ガイドラインを発展させたものである。

J300P タスクフォースでは既存のグローバルガイドライン(GJG300 と EEC) の見直しを行った結果、そこに記載されているガイドラインは全て次世代工場に適用でき、本ガイドラインで新たにガイドラインを追加することだけが必要であることを確認した。

フェーズ 1 ガイドラインは、ウェーハ視点に立った装置活動と工場の活動、装置の質の可視化にフォーカスしている。フェーズ 2 ガイドラインは、装置のウェーハ毎の制御性にフォーカスしている。

1.2 背景

300mm 工場は、自動化が進み世界的に工場建設が展開されている。しかし、工場生産性の観点からは以下のような課題があり、これに対応するために、生産方式に関してパラダイムシフトが求められている。

- (1) 微細化への対応のウェーハレベルでの**できばえ**制御
- (2) 変化の激しいビジネスに対応するための小ロット生産での生産性向上とサイクルタイム削減

図表 1 には、上記の次世代工場と生産方式のパラダイムシフトのイメージが示してある。
(本図表は 2005 年の ITRS 冬季会議で使用した STRJ 資料)

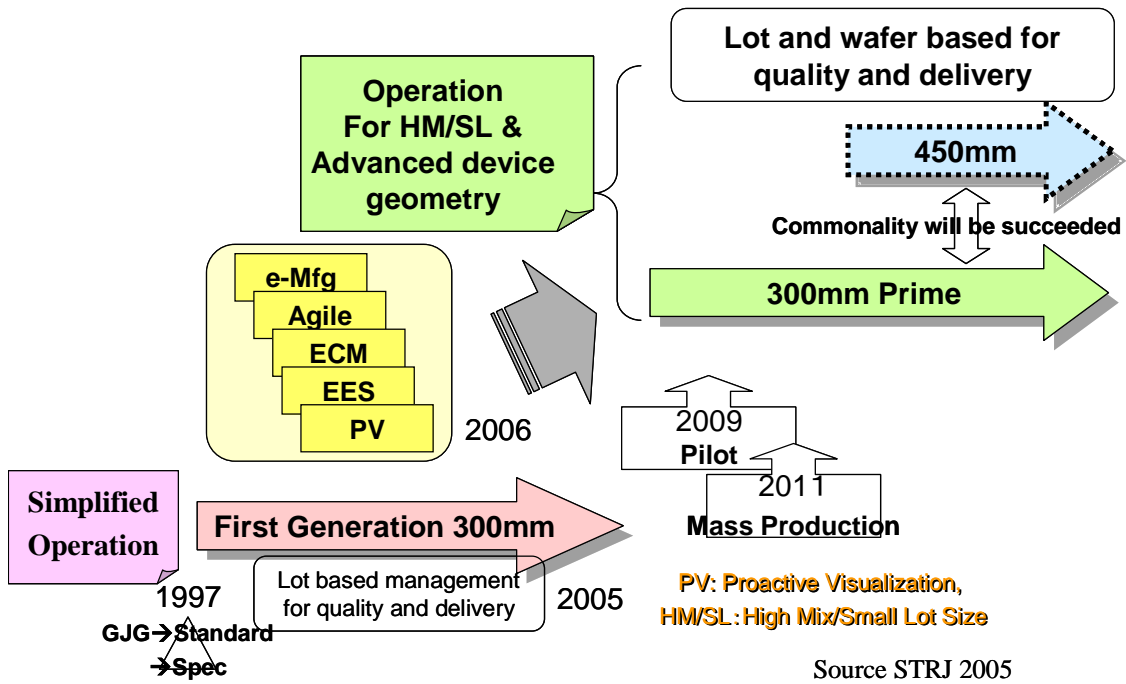


図 1 次世代工場へのパラダイムシフト

過去 6 年間 STRJ は ITRS の場で以下に挙げるような多くのコンセプトを発表してきた。e-Mfg(e-manufacturing), Agile-Mfg(agile-manufacturing), ECM(Engineering Chain management)、EES(Equipment Engineering System), PV(proactive visualization)、階層的戦略的品質確認である。

今回のタスクフォース活動にて、これらのコンセプトから生産性改善、サイクルタイム改善、無駄の削減に注目してガイドラインをまとめた。

1.3 実装タイミング

以下に、本ガイドラインが要求している機能実装のタイミングを示す。

2008年

基本ガイドラインで要求している、装置エンジニアリングデータの準備と発信機能の実装
ウェーハ個々の持つべき情報、ステータスを管理する情報構造体の標準化

2009年

基本ガイドラインで要求しているウェーハ観点のトレーサビリティ情報の実装
装置および装置を構成する個々の機能のデータ／モデル定義の標準化
段取り可視化のための情報定義とその標準化
装置枚葉制御で要求している装置の安全な停止
装置と工場界面で必要なウェーハ管理情報の標準化

2010年

第4章から6章に記載されている装置枚葉制御に必要な機能の標準化と実装

2. 基本ガイドライン

ウェーハ観点の製造管理と制御：

製造工場におけるウェーハの処理過程を図表2に模式的に示した。今までは、通常 25 枚の製品ウェーハを1つのキャリアに装填して、1つのロットとして扱い、生産の殆どすべての情報は、このロットを基本単位として与えられ、実行・収集されてきた。今後、サイクルタイムを短縮し、装置稼働率を向上していくためには、個々のウェーハ毎の装置内外の移動情報(装置内部でウェーハが移動している状況を示すガントチャート情報や、装置外部ではキャリア搬送時の待ち時間情報等)と装置(OEEを算出ことが出来るレベルの)稼働情報の双方を統合して扱うことが重要である。装置生産性の解析とプロセス制御について、個々のウェーハに注目して、処理過程を詳細に解析し、今まで十分に問題分析されていなかった事象を明らかにする。明確となった課題解決のために、ウェーハレベルでの装置制御を実施することが本ガイドラインの趣旨である。この観点から、本ガイドライン Phase1 では、個々のウェーハについてのウェーハ観点の可視化への要求、並行してウェーハ以外の観点の可視化への要求を述べている。更に Phase 2 では、個々のウェーハへの制御を行う観点からの要求と、ウェーハ以外の観点から(装置の段取り制御、装置の径時変化の調整)の要求を述べる。ウェーハ観点では、ウェーハ個々の持つべき情報、ステータスを管理する情報構造体が極めて重要な役割を果たす。この情報構造体の定義の標準化を急ぐ必要がある。この情報構造体を基にしたトレーサビリティの要求も行っている。

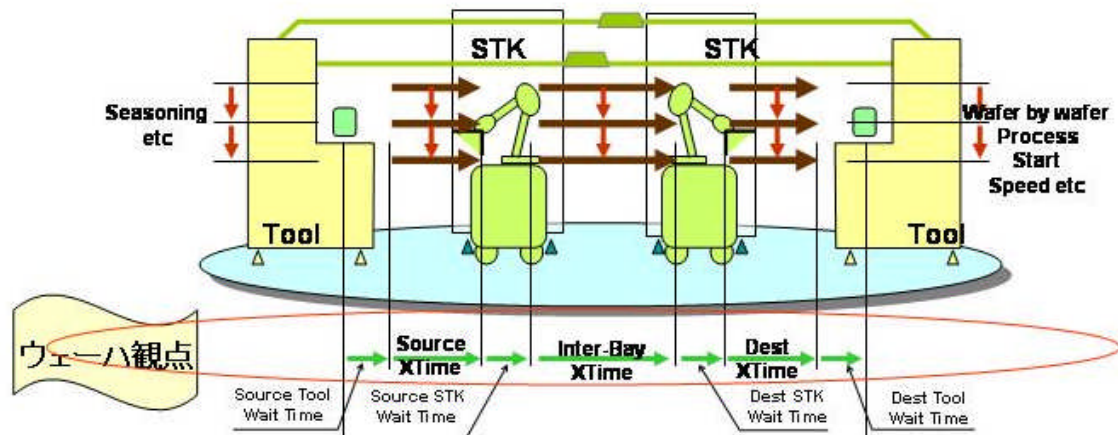


図 2 ウェーハ観点のサイクルタイム可視化

2.1 ウェーハ観点の製造管理と制御

工場管理システムと装置システムで使用される製造管理情報と制御情報は、ともに高度なウェーハ観点で利用できるように設計されなければならない。工場管理システム、装置システムは、ともにウェーハ観点の管理と制御ができるために、それぞれの情報を定義し共有化しなければならない。

この GL を実装するのは： 装置メーカーとデバイスメーカー

この GL のユーザ： 装置メーカーとデバイスメーカー

バックグラウンド/目的： 工場におけるサイクルタイムと生産性の両立を図るためには、ウェーハ観点のウェーハの移動に関する工場情報（搬送やストッカでの待ち時間等）と階

層化された装置情報（装置内でのウェーハ移載状況を示すガントチャート）を集めて利用できることが重要である。これまで、ウェーハ観点の工場管理情報（サイクルタイムや待ち時間など）は、それぞれのデバイスメーカーが個別に定義してきた。また、装置内のイベント情報などを含めたウェーハ観点の装置情報（ウェーハのロードポートからの移載、装置内の移動など）も個別装置メーカー毎に提供されてきた。プロセス準備時間の僅かなずれでも悪影響を及ぼしかねない今後の微細化に対応したプロセス制御性の向上のためにも、ウェーハ観点の装置情報は重要である。

スタンダード：

1. ウェーハ観点のサイクルタイム情報（ウェーハ1枚ごとの待ち時間、プロセス時間 etc）は明確な定義がなされていない。ウェーハ観点のサイクルタイム情報は、工場管理システム、装置システムそれぞれに階層的な構造を持つように定義されるべきである。また、このサイクルタイム情報の定義は、標準化されるべきである。

2. ウェーハのトレーサビリティ情報は、ロットベースの製造管理に比較してより詳細に定義されるべきである。特に装置の状態変化に伴うイベント情報の定義は標準化されるべきである。

ウェーハの観点の装置管理と制御の高度化で新たな定義が望まれる事例：

- ウェーハ単位に計測した個々の装置内作業時間
- 複数ウェーハの並行作業時間のグラフィカルな表現方法
- 処理のオーバヘッドを構成する個々の待ち時間：
 - 装置上と工場とのインタフェースでの；
 - キャリア受領手続き時間
 - 受領時の待ち時間
 - 装置外の；
 - 搬送待ち時間
 - 仕掛待ち時間
 - 装置内での；
 - 装置内で並行して処理される個々のウェーハが、作業時間が並行作業によって重ならず、全体のサイクルタイムに積算される時間
 - 異なったレシピで処理されるロット間の処理待ち時間
 - 品種交換に必要な待ち時間
 - バッチ編成待ち時間
 - シーズニング、クリーニング、パーティクルチェックなどによる待ち時間
 - 人作業、判断待ち時間
- ウェーハ観点追跡性要素の例：ウェーハ毎の詳細処理シーケンス記録、ウェーハローテーション、装置ロードポートなどのモジュール、装置、装置群、荷姿情報 etc
- 上記のウェーハ視点のデータ利用に必要なイベントデータの例：
装置論理的な状態遷移イベント、その論理状態定義内容、コンテキストデータとの関連を定義する構造

2.2 ビジネス境界を跨った装置品質の保証

製造装置品質は、装置サプライヤーとデバイスメーカーとのビジネス境界を越えて、可視化され、追跡され、維持されるべきである。

この GL を実装するのは：装置メーカー、デバイスメーカー

この GL のユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド／目的：

製造装置品質は、装置の製造段階で作られる。この装置品質は、ユーザ工場における操業時のプロセス加工品質保証のために利用される。この過程において、装置メーカーでの装置品質維持向上活動と、デバイスメーカーでの装置機能の維持向上活動とが、より密接に関連しあうことが重要である。これにより、装置エンジニアリング業務の質の向上と効率化を図ることができる。

スタンダード：

スタンダード化への要求は本ガイドラインの下位のガイドラインに記述される。

本ガイドラインの実現には、以下に示すように幾つかのドメイン毎の標準化努力が必要である。

コンソーシアムによる啓蒙：

EEQA のビジネスモデルの研究、討論、掲示、教育宣伝活動

EEQA については <http://jeita-smtc.elisasp.net/>参照

コンソーシアムによる実装奨励：以下の文書の発行

EEQA の技術的実行プロシージャの常識化

EEQA コンテンツのフォーマット化

良く知られている装置機能の EEQA コンテンツ標準化

EEQA 用途装置データの標準化、共通仕様化

データの再利用、共有の効率化、

備考：

本ガイドラインの実現には、ビジネスモデルの検討が業界として必要であり、装置メーカー、デバイスメーカーの業界団体は協力し相互的で、開かれた検討をおこなうべきである。

より有効性の高い装置品質の能動的な可視化を実現するためには、夫々が EEQA のコンテンツについて具体的な要望を準備し、且つ、コンテンツを協議したうえで、共有する必要がある。

例えば、デバイスメーカーは、操業中の装置不具合等の経験から、よりよい能動的可視化のコンテンツを提案するべきである。またデバイスメーカーは当該装置の EEQA データを装置メーカーが装置品質向上のために利用することを積極的に支持することの常識化などが必要である。

2.3 階層的な装置加工実施性能の保証

装置加工性能は、階層化（装置全体機能、装置モジュール機能、部品機能等）された装置モデルに即して、（故障率の低減、性能確認時間の低減、加工バラツキ低減、機差・チェンバ間差の圧縮などの）対策を施し、保障されるべきである。そのためのデータは、装置メーカーとデバイスメーカー間で共有できなければならない。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： 装置メーカーおよびデバイスメーカー、3rd パーティ

バックグラウンド／目的： 必要な装置性能を維持するに十分な情報支援と保守を行うため、これに応じた EES データの共有が必要である。どのようなデータを共有するかは、デバイスメーカーと装置メーカーが共同で判断する。

スタンダード： 階層化（装置全体機能、装置モジュール機能、部品機能等）された装置モデルは、標準化されるべきである。

備考： 装置信頼性を向上することは、微細化が進む半導体産業にとって重要である。そのためには、装置の部品レベルから装置全体レベルにわたって階層的なモデルを構築し、科学的に装置性能を安定化することが望まれている。

3. 装置エンジニアリングデータ/モデルの定義

装置品質の能動的可視化

3.1 製造装置品質の能動的可視化

製造装置品質は、共有可能な健全性や生産性の評価方法と証拠データをもって可視化されるべきであり、且つ其の可視化された情報は再利用できるべきである。

この GL を実装するのは：装置メーカー、デバイスメーカー

この GL のユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド/目的：

製造装置は半導体製造の工場リソースで一番重要であり、製造装置の品質は半導体製品の品質、コスト、納期の何れにも直接的な影響がある。このため製造装置購入時の品質確認、量産での使用中の装置品質の維持は、極めて重要な装置エンジニアリング業務であり、これらの実行方法を科学的なデータを使って強化することが必然である。

スタンダード：

製造装置の品質の評価方法は、標準化されるべきである。

製造装置の品質を表現するための装置エンジニアリングデータは、標準化されるべきである。

備考：なし

3.2 製造装置品質保証の強化

製造装置品質の可視化、保証、確認、追跡、維持は装置から定常的に得られるデータを使うことによって強化されるべきである。

この GL を実装するのは：装置メーカー

この GL のユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド／目的：

現在装置から定常的に得られるオンライン電子データ（SECS のオンラインデータ、セカンドデータポートからの装置エンジニアリングデータ）を活用して、装置品質保障を行うことは一般的でない。装置品質保証を強化するため、製造装置機能は、当該装置から定常的に得られるオンラインデータを使って調整され、性能確認されるべきである。初期の品質確認後の、製造装置の品質の可視化、維持等業務は、この定常的に得られるデータを使って継続して実施される必要がある。

スタンダード：

なし。

備考：品質保証の強化例：3.6 ガイドライン参照

3.3 装置基本機能可視化への注力

製造装置品質の確認、追跡、維持等の業務ためには、装置の個々の装置基本機能と装置制御機能の可視化を優先的に行うべきである。

この GL を実装するのは：装置メーカー、デバイスメーカー

この GL のユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド／目的：

製造装置は、プロセス条件を醸成する機能、例えば、反応雰囲気生成（圧力、ガス成分など）、ウェーハ温度等を制御する機能、ウェーハの搬送機能から構成されている。装置品質を可視化する場合に、それぞれの装置基本機能が所定性能発揮を確認することを最初に行うべきである。このために必要なデータは現在必ずしも SECS オンラインデータでは獲得することができない。

スタンダード：

主たる装置の個々の機能については、その機能性能の確認方法、データ、などが標準化されるべきである。

備考：

装置機能には幾つかの良く知られた機能が存在し、これらについては、機能性能（ガスの制御機能、ウェーハ搬送機能 e t c）を論理的な機能モジュールとして検証すべきである。個々の論理的な機能モジュール性能の集積によって、装置全体の機能性能が表現され、保障されるべきである。

論理的機能性能への注力例：

- (1) 生産性を妨げる恐れがある良く知られた装置機能
マスフロー制御、温度制御、自動圧力制御 etc
- (2) プロセス条件醸成機能の機差とチェンバ間差
- (3) 装置内処理実行シーケンスの再現性

3.4 装置性能健全性判定閾値の提供

装置メーカーは、装置機能毎に、その性能や機能の振舞いが健全なものであることを確認する際に使用する閾値として、初期値として健全性を判定する閾値と、装置稼働後の正常性能を判定する閾値の両方を提供するべきである。

この GL を実装するのは：装置メーカー

この GL のユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド／目的：

現在までは、装置機能の健全性判定を行う際に、当該機能の初期性能値の許容範囲と、稼働中の変動許容範囲について、多くの場合これらが区別されて扱われることがなく、稼働中に装置品質の追跡を行う際に、装置の健全性判定が難しいことが問題であった。

装置機能の正常性は、各機能についての性能を設計した装置メーカーが第一に知っている。デバイスメーカーは、装置の使用経験から健全性判定の閾値を調整できる場合もあるが、多くの機能から成る装置では、デバイスメーカーがすべての閾値を定めることは非常に難しい。

スタンダード：

製造装置の主たる機能についての振る舞いモデル、健全性判定モデルは標準化されるべきである。

備考：

装置メーカーは、能動的品質可視化データやフィールドデータを収集して、統計的な装置品質データの蓄積と利用により、装置の正常判定閾値などの可視化コンテンツを不断に高度化することが望まれる。

装置メーカーは、装置機能毎に論理機能モジュール化したデータによって母数を上げ、出荷装置の多くで装置品質データを取得し、統計的な分析を行うことで、高い確度の品質追跡を行うことが望まれる。

3.5 デバイスメーカーと装置メーカーとの協力関係

より有効な装置品質の能動的な可視化のために、装置メーカーと当該装置のユーザであるデバイスメーカーは、その内容について共同して検討を行うべきである。

この GL を実装するのは：装置メーカー、デバイスメーカー

この GL のユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド／目的：

デバイスメーカーは、操業中の装置不具合等の経験から、よりよい製造装置品質の能動的可視化コンテンツを装置メーカーに提案するべきである。

新規装置の操業前の装置品質可視化データは、装置メーカーが装置品質向上、サービスの向上のために、使用するべきである。

スタンダード：

標準的な EEQA の実施方法が定義されるべきである。

標準的な装置生産性と装置機能性能の測定方法が重要なトリガーを含めて標準化されるべきである。

装置生産性と装置機能性能の可視化項目は、工場観点、装置観点、製品ウェーハ観点で明確に分離され、標準化されるべきである。

備考：なし

3.6 装置エンジニアリングデータ収集と利用の効率化

装置エンジニアリングデータの収集と利用は、システム化（体系化されたIT技術を利用し、業務に埋め込まれた形で）されなければならない。

このGLを実装するのは：装置メーカー、デバイスメーカー

このGLのユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド／目的：

装置品質を可視化し、その維持と改善を行う場合、データ解析に多大な時間が掛かるとは、装置の広範にわたる品質の十分な深さの可視化ができない。データの収集は可能な限り自動収集化されるべきである。また、データからの必要データの切出し、情報の抽出、装置機能別データの蓄積、健全性の判定等が自動化され、システム的に行われることで、データ点数も増し、判断の客観性が向上し、判断の感度も向上する。また装置品質向上業務のサイクルも確立できる。

デバイスメーカーでは、既に工場側での装置データ収集システムは実装されているが、装置メーカーにおいても、装置エンジニアリングデータの系統だった利用、そして、装置個々機能までの分解能をもった装置品質保証を前提とした装置製造のための工場管理システムが実装されるべきである。

スタンダード：

装置エンジニアリングデータ利用の効率化を促進するために、データの標準化、装置機能毎の可視化に即したデータ利用の仕組みの標準化がなされるべきである。

備考：なし

装置エンジニアリングデータの定義

3.7 装置エンジニアリングデータの利用分野に応じた提供

製造装置は、装置が関与する装置エンジニアリング業務領域で使用される情報の素になるデータを提供すべきである。

上記装置エンジニアリング業務領域には、以下の5つの業務領域が最低限含まれるべきである

1. 工場管理システム観点の装置挙動情報を使用する領域（GEM レベルのデータ）
2. OEE あるいはサイクルタイムなどの生産性に関する情報を工場観点、装置観点、製品ウェーハ観点から使用する業務領域
3. 装置のエネルギー消費 / 材料消費 関連情報を使用する業務領域
4. プロセス条件に関する情報を使用する業務領域
5. プロセス装置の健全性モニタリング、装置機能性能の確認、装置の異常動作の発見、装置機能の活動情報を主に使って行うメンテナンス管理等の、装置エンジニアリング業務領域

この GL を実装するのは：装置メーカー

この GL のユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド／目的：

今迄は SECS 上に装置の種々の情報を重畳することが行われてきたが、プロセス条件情報の読み解きが中心的な目的であった。しかしながら装置は工場でもっとも重要なリソースであり、その関与する工場業務分野は幅広い。工場業務分野に必要な情報を供給する観点から装置のデータについて、再度検討が行われるべきである。

スタンダード：

データ利用を行う代表的な装置エンジニアリング業務の領域毎に、装置エンジニアリングデータの項目、データ形式、コンテキストデータなどに付いて標準化されるべきである。

備考：

装置から直接的に上記 5 つの業務領域で使用する情報は、必ずしも得られる必要はない。上記 5 つの業務領域で共通に利用される装置エンジニアリングデータは多くあり、装置の外部で利用用途に合わせた情報抽出がなされるべきである。

3.8 装置エンジニアリングデータの構造

製造装置から提供される装置エンジニアリングデータは、装置の制御機能に即して階層構造化され、且つ論理機能モジュール化された定義がなされなければならない。

この GL を実装するのは：装置メーカー

この GL のユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー、ソフトウェアベンダー

バックグラウンド／目的：

装置エンジニアリングデータは、装置品質を可視化し、装置メーカーとデバイスメーカーそれぞれの立場で、その維持と改善に使用する場合、どちらの立場でも使用に耐える必要がある。従来からデバイスメーカーでは、プロセスパラメータをモニタすることが中心的な目的とされてきたが、装置メーカーの立場からは装置の機能を直接的に表現するデータが必要である。

個々のデバイスメーカーでの製造プロセス条件によって、発揮されるプロセス性能は大きく異なるために、装置品質をプロセス結果から記述することは難しい。装置品質には、個々の装置機能が所定の性能を発揮することの可視化が重要となる。

装置を機能に分解して考えると、多くの共通する機能が様々に組み合わせられて、個々の装置を構成している。例えば高周波電力の印加機能はプラズマ CVD、PVD、ドライエッチング装置で使われている。装置の基本的な機能はモデル化され、再利用化されることで、装置エンジニアリングデータの設計と利用は効率化される。

スタンダード：

製造装置の基本機能は、標準化された階層構造で記述されなければならない。製造装置の個々機能の主たるものは、その機能の振舞いを記述するためのデータ定義と、健全性モデルが標準化されるべきである。

備考：

装置品質の追跡、維持、向上のための装置エンジニアリングデータは、使用目的にあわせて効率よく使用できる必要がある。装置エンジニアリングデータからの情報抽出は、自動化された手法で、大きな手間無しに実行可能である必要がある。実行可能になれば、装置メーカーも、全出荷装置の全チェンバのデータ取得と、そのデータ分析のためにデータの必要部分を切出す作業も容易に実施できることになる。手作業でデータの抽出等を実施するのでは、体系立てて、継続的に装置品質の向上を行うことは非常に難しい。そのために、上記要求がなされている。

3.9 装置エンジニアリングデータの質

装置エンジニアリングデータは、それぞれの利用分野での利用に即したデータ仕様を満たすべきである。具体的には以下の4点の質を確保する必要がある。

- (1) 装置機能の健全性を判定するための健全性モデルに対応して、定義されたデータ項目、データ精度
- (2) 装置内処理実行に関連するデータには、コンテキストデータとして装置機能活動イベントデータの添付
- (3) 制御上の階層構造を考慮して、関連する一連の装置活動が正しく解釈できる時刻刻印の付加
- (4) 装置の外部で得られる一群のデータを装置内の制御イベントと結びつけて、装置の動作に付随して理解するための、コンテキストデータの提供。このような装置の外部のデータの収集例には、スラリー供給装置の動作モニタ、エッチングの終点検出機によるデータサンプリング周波数の高いモニタリングがある。

この GL を実装するのは：装置メーカー

この GL のユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー、ソフトウェアベンダー

バックグラウンド／目的：

装置エンジニアリングデータの仕様は、様々な利用用途、様々な装置機能が存在するために一様には決定できない。データを装置外で読み解くためのデータの質を備えているべきであり、そのために一番重要なのは、読み解きを可能とするためのコンテキスト情報である。コンテキスト情報があれば、注目すべきデータ部分の切出し、制御の始まりと終了の認識が可能である。装置の制御コンテキストは、機能の動作イベントデータ、あるいは複数のイベントデータの組合せから確定することができる。

異なる時計による時刻刻印をもつデータであっても、コンテキストが理解できれば、ある機能の動作開始から読み解く事が可能となることが多い。逆にコンテキスト情報なしでデータを読み解くためには、非常に高い技術で管理された時刻刻印が必要となる。

装置内の機能は、装置外の時計との時刻あわせが為されなくとも、装置内の複数の時計を持つ制御機能間に跨って、装置サプライヤーによって正確に調整させる必要がある。

したがって装置エンジニアリングデータは、そのデータ自身から、読み解くことが可能なように設計されている必要がある。このような装置エンジニアリングデータの設計思想は、嘗て存在していない。このコンセプトは装置の品質や、装置関連業務の大きな改善の重要な前提条件である。

スタンダード：時刻刻印とコンテキストの組合せを考えた、装置エンジニアリングデータの質についての標準化が必要である。

備考：なし

3.10 機差、チェンバ間差の可視化への注力

装置メーカーはプロセスの条件を醸成する機能の性能を、プロセスの醸成されるプロセス条件への感度に適合した細かさで、再利用できる方法と基準データを用いて、可視化しなければならない。装置メーカーはプロセスの条件を醸成する機能性能について、全出荷装置についてデータを取得し、統計的データ抽出を行い、合理的な装置間差、チェンバ間差の管理を行う必要がある。

この GL を実装するのは：装置メーカー

この GL のユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド／目的：

装置間差あるいはチェンバ間差を可能な限り圧縮するためには、プロセスの条件を醸成する機能の性能がバラツキの少ないように装置を製造する必要がある。

半導体製造装置には多くのプロセス種類と、プロセス加工実施原理のものがあるが、いずれも所定のプロセス実施を行い、所定の加工性能を満たすように設計され、製造され、販売されている。

所定のプロセス条件醸成機能の安定性、再現性を発揮する基準は最低限の **BKM (Best Known Method)** であるプロセス条件醸成について作成され、且つ、当該プロセス条件醸成機能の性能はこの基準を仲立ちにして相互に比較される必要がある。また装置機能性能は、統計的に管理されていることで、合理性の高い性能管理が可能となって、必要な機差以下へ圧縮をすることが初めて実現される。

スタンダード：

備考：なし

4. ウェーハ単位での装置制御

4.1 製造装置の段階的な稼働停止 (EEC ガイドライン)

製造装置は、生産性が最大になるように設計されるべきである。

製造装置が安全上あるいは装置能力の限界を越えるような異常を検出した場合、製造装置の停止は最小単位で行われるべきである。すなわち、ウェーハ単位、あるいはチャンバ単位で、生産プロセスを安全に停止することである。

また、停止判断から実際の停止までの状況は装置から工場側へ報告されなければならない。(参考:EEC ガイドライン 2002)

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： 装置メーカーおよびデバイスメーカー

バックグラウンド／目的： 製造装置の停止動作に関する最小単位は標準化されていない。

停止動作を最小限にするように、製造装置を設計することにより、廃棄ウェーハを最小にすることが重要である。

スタンダード： 製造装置の停止については、装置の種類あるいは装置使用状況毎に標準化されるべきである。

備考：複数のチャンバを持つ装置においては、関連のあるチャンバがプロセスを完了する時間より前に、装置の異常を検出しなければならない。

また、異常を検出した場合、チャンバ内のウェーハはプロセス後かプロセス前か、はっきりと認識されなければならない。

プロセス中断の方法に関しては、装置内部または装置外部で対応する項目毎に分けられるべきであり、それは装置あるいはプロセスの状況、たとえば複数チャンバによる処理の状況が連続処理であるか、並列処理であるかなどによって区別されなければならない。

4.2 ウェーハ処理に直接関与しない装置性能の調節

装置は、生産能力の変化あるいは経時的な性能変動を補償するため、内部制御と外部制御を行うべきである。

内部制御は装置に調節権限が委譲され、工場のシステムコントローラからは可視化できるものである。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： デバイスメーカー

バックグラウンド/目的

装置には、良く知られた経時的な性能の変化がある。例えば、スパッタ装置では、ターゲットの消耗に伴う、放電インピーダンスの低下とそれに伴う成膜速度特性の変化があり、CVD装置では、排気ポンプ近傍への付着物量の増大に伴う、排気能力の低下等の変化がある。このような経時的で穏やかな装置性能の変化は、個々のプロセスチャンバによって異なる。そのため、プロセス工程における装置の変動要因の最小化、あるいは、ばらつきやチャンバ間差の補償をおこなうために、工場システムの権限の一部を装置へ委譲する仕組みが必要である。

詳細な補償基準を決定することにより、ばらつきやチャンバ間の違いに対応したレシピの変更操作が可能になる。

このような補償は、しばしば気がつかないうちに装置自身によって行われるが、本ガイドラインにおいては、明確に権限が装置に委譲され、さらに保障動作に関しては、工場のシステムコントローラからの可視化が必要である。

スタンダード：

補償のためには、標準化された論理インターフェースが必要である。

備考：なし

4.3 ウェーハの連続的な供給と回収

装置は、連続的なウェーハの供給と回収を行うために、供給キャリアと回収キャリアが異なる場合の操作をサポートすべきである。

この操作は、ウェーハの分割・併合操作に関する要求も含むべきである。

装置と工場システムは、空キャリアの回収やプロセスを完了したウェーハを受け取るために必要なキャリアを装置に供給するため、情報の交換が必要である。

この GL を実装するのは： デバイスメーカー、装置メーカー

この GL のユーザ： デバイスメーカー

バックグラウンド/目的：

リソ工程(塗布→露光→現像)のように連続処理が行われる装置の場合、空キャリアはウェーハが装置から戻ってくるまでの間、長時間ロードポートを占有し、予定時間にAMHS(Automated Material Handling Systems:ウェーハ自動搬送システム)が、仕掛けウェーハを装置へ供給することができなくなる問題がある。もし、十分な数のロードポートがあればこのような生産性の改善は無視できる。しかし実際は、装置のロードポート数は限定されている。

この問題に対する一つの解として、仮想的にロードポートを増やすことが考えられる。具体的には以下のシーケンスがおこなわれる。

- ① 空キャリアはウェーハ処理中にロードポートから引き上げられる。
- ② 仕掛けウェーハが入った別のキャリアをロードポートに供給する。
- ③ 処理が終了したウェーハは、AMHSにより最初のキャリアとは別の空キャリアへ戻す一連の動作を行う。

本ガイドラインは、工場生産性の改良に寄与するものである。

スタンダード：

GEM300 に既に規定されているユニカセットの運用以外に、上記の装置運用を可能にする概念が標準化される必要がある。

備考：なし

4.4 バッチ処理装置での特急ウェーハの追い越し制御

内部バッファを持つバッチ処理装置は、特急ウェーハの追い越しに関し、すでに予約されているプロセス処理開始の直前まで、工場側から追い越し指示を受け入れる機能を備える必要がある。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： デバイスメーカー

バックグラウンド/目的：

バッチ処理装置（酸化・拡散、洗浄、低圧-CVD）は、特急ウェーハのサイクルタイム削減において最大の阻害要因である。

以下のような制御を行うことは特急ウェーハのサイクルタイムの低減を可能にし、SoC 事業にとっては重要な役割を担う。

① ダミーウェーハを特急ウェーハに置き換える場合

予約されていたダミーウェーハと特急ウェーハとを入れ替え、バッチ再編成後プロセスを実行する。

② 予約されていた製品ウェーハと特急ウェーハとを置き換える場合、或いは単純に特急ウェーハの追加が可能な場合

予約されていた製品ウェーハと特急ウェーハとを入れ替える、あるいは特急ウェーハを追加し、バッチ再編成後プロセスを実行する。

スタンダード：

特急ウェーハの追い越し処理の定義、制御方法の標準化が必要である。

備考：なし

5. 製造装置の生産性改善

段取りの定義

段取り作業とは、装置の律速作業を補完する作業を言う。加工前準備、加工後処理や、搬送作業やウェーハ認識作業、加工補足作業なども含む。作業責任範囲として以下のように分類できる。クラス1：装置に完全に委譲しているおり、装置メーカーによって仕様化され、物理的に装置内で実施される作業。クラス2：装置と工場の界面に位置付けられる作業であり、装置側と工場側との物と情報の受け渡しに関わるもの、クラス3：工場側で独立に制御する作業。

5.1 段取り可視化

工場側、装置側双方で相互に段取り作業の低減施策が検討できるように、段取り作業は分類されなければならない。また、その分類に合った個々の段取り作業は、トリガーを定義して明確化されなければならない。上記で定義された段取りデータは、工場側、装置側それぞれで共有されなければならない。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： 装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド／目的：

装置のサイクルタイムや OEE などの生産性の改善するためには、段取り時間の低減や段取り作業の並列化、段取り作業の効果・影響を検討しなければならない。そのためには、生産性に関わる段取り作業について、上述したデータを把握分類して、詳細を分析しなければならない。

段取りの定義は、これまで工場側、装置内作業側で明確に定義されていなかった。

スタンダード

装置段取り作業は、スタンダード上で、定義され、分類されることが望ましい。

備考：なし

図表 3. 段取り作業による生産性低下防止対策の例によるように、階層間で情報を共有しあ
って段取りによる生産性の低下を排除する対策を実施することが必要である。

分担度	個別技術の改善	制御技術の改善
クラス 1	<ul style="list-style-type: none"> シーズニング、クリーニング時間短縮、 装置内のレシピ条件準備時間短縮 	<ul style="list-style-type: none"> 装置内ウェーハの搬送スケジューリングの最適化
クラス 2	<ul style="list-style-type: none"> レシピのダウンロード時間短縮 荷姿 I D 確認時間短縮 NPW 準備時間短縮 	<ul style="list-style-type: none"> シーズニング、クリーニングを他の処理作業と並列化する 事前レシピ設定 ウェーハ処理順の最適化
クラス 3	<ul style="list-style-type: none"> キャリア・ディスパッチング時間短縮 装置安定度確認時間短縮 できばえ確認時間短縮 	<ul style="list-style-type: none"> NPW 処理ジョブ生成事前化、 装置条件変更とディスパッチング調和化 できばえ確認と他の作業との並列化

図 3 段取り作業による生産性低下防止対策の例

5.2 装置段取り作業の工場側からの制御

装置は、装置内段取り作業の実施をウェーハ処理と同様に、工場側から制御できる機能を備えるべきである。

上記装置内段取り作業の制御情報は、構造化されなければならない。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： デバイスメーカー

バックグラウンド／目的

段取り作業をプロセスの実行と同様な制御性を以て扱えるようにすることで、段取り作業の実施とウェーハ処理の順番の操作、段取り作業の可視化、等が容易に行え、生産性の向上に資することができる。

装置が実行予定している段取り情報、プロセス処理予定情報（開始、終了時刻）等は、工場管理システムに連絡されるべきである。

スタンダード：

段取り作業の実施を制御するインタフェースは標準化されるべきである。

段取り作業の制御情報は標準化されるべきである。

備考：

ウェーハ処理順番に関わる要求事項をあわせて参照のこと。

単純に繰り返させる段取り作業においては、工場管理システムの制御の対象とするメリットはないので、装置に実施制御を委託することがある。このような場合には以下の2つに集約された制御方法を装置は備えるべきである。

段取り作業を起動する機能

実施を装置に委託する機能

5.3 異なるロット間のウェーハの連続した処理

枚葉製造装置では、複数の異なる処理条件のロットが連続して供給された場合、当該製造装置内のリソースが、次に処理されるロットのウェーハに利用できるようになった時点で、遅滞無くウェーハ処理が実施されるべきである。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： 装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド/目的：

プロセス条件の異なるレシピでロットの処理がある場合に、その処理条件の境界で、すなわち、異なるロット間で、生産時間に不自然に大きな途切れが生じること多くある

次のロット処理条件によっては、装置内部の温度設定を変更する場合には、装置の準備が整うまで時間を要する場合がある。

このガイドラインでは、装置内の処理に用いるリソースの準備ができた際に、遅滞無く次の処理が開始されることを要求している

スタンダード：

同一キャリア内のマルチロット対応に関するスタンダードの拡張が検討されるべきである。

備考：

ロット間の生産時間の中断は、ロードポートから連続したウェーハの供給ができない場合にも発生する。

5.4 意図した通りのウェーハの安定な処理

枚葉製造装置では、ロット内、同一の処理条件のロット間で、装置の意図通り、何れのウェーハにも同一のプロセス処理を行うように制御されなければならない。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： 装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド/目的：

レシピに記述できるプロセス条件以外にも、プロセス装置には沢山のプロセス条件を決定付ける因子がある。

プロセス装置は、その設計思想の範囲において、同一プロセス条件下ではロット内の全てのウェーハはもちろんのこと、ロットが異なる場合であっても同一のプロセス処理を実行すべきである。

スタンダード

無し

備考：装置は、複数のプロセスチェーンの並行運転を意図して設計されている場合もある。

装置品質の積極的な視覚化によって、チャンバ間差を十分に減少させる必要がある。

同一処理のための装置制御は、視覚化され、必要に応じて確認できる必要がある。

5.5 装置内部のカウンター情報等の外部参照

1. 装置に内装されている消耗部品の消耗度を示す情報は、装置外から参照可能でなければならない。
2. 装置内インターロックの設定値と現在の値は、装置外から参照可能でなければならない。

この GL を実装するのは： 装置メーカ

この GL のユーザ： デバイスメーカ

バックグラウンド/目的：

装置に内装されている消耗部品の状況を把握し、装置のメンテナンス作業あるいは、段取り作業を計画することは生産性向上に不可欠である。

メンテナンス作業後に、消耗品の消耗度カウンターのリセット確認は、頻発している装置事故あるいは不具合の発生抑止に有効であり、これを体系化した業務にすることは重要である。

同様に、メンテナンス作業後にインターロックの通常値に対する設定値を再確認することは、頻発している装置事故及び不具合の発生抑止に有効であり、これを体系化した業務にすることは重要である。

スタンダード：

参照項目と参照方法がスタンダード化されるべきである。

備考：なし

5.6 マルチチャンバ装置の高効率運用

装置は、チャンバ毎にプロセス処理可能かどうかの状態を示さなければならない。また、工場管理システム側から、このチャンバ状態の値を設定できる必要がある。

上記のプロセス処理可能かどうかの状態とは、全製品ウェーハの処理が可能な状態、ある製品ウェーハの処理に限定がある状態、製品ウェーハの処理ができない状態、非製品ウェーハしか処理できない状態（例：ダミーウェーハ或いはモニタウェーハのみ）、等をいう。この状態の変更は、工場管理システム側へ通知される必要がある。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： デバイスメーカー

バックグラウンド／目的：

現状では、複数のチャンバを有する装置においては、各チャンバの状態によって装置全体の運転が限定されたり、各チャンバの状態変化に対して補正するための新たなレシピが必要であったりする。また、装置状態の集計データを活用する際、その表現粒度が粗いために十分な活用ができない。

装置、特にマルチチャンバ装置においては、某チャンバでの製品処理と同時に、別のチャンバでのダミーウェーハを使った慣らし運転が並行して行われる。

メンテナンス作業後に装置が通常稼働に達するまでの立上げにおいては、各チャンバのプロセス処理可能かどうかの状態値を工場管理システム側から設定すれば、その状態とウェーハの属性を活用することにより、少ない数のレシピで、某チャンバでは製品ウェーハ処理を行い別のチャンバでは慣らし運転を行うといった並行運転が可能となる。

また、特に複数のプロセスチャンバを持つ装置では、（稼働状態の）有意なデータ収集が可能となる。

スタンダード：

工場管理システム側からプロセス処理可能かどうかの状態を設定する方法はスタンダード化されるべきである。

備考：なし

6. 新装置・工場管理システム制御界面

6.1 ウェーハ管理界面の追加

ウェーハを装置プロセス処理部へ引き渡す界面では、下記に示す情報が定義されるべきである。また、それらの情報は、装置外部から参照できなければならない。

引き渡される情報は以下である。

ウェーハID

トレーサビリティ情報（ウェーハ毎のプロセスシーケンスログデータ）

ウェーハ履歴情報（装置群、装置、通過した装置モジュール、キャリア）

プロセス処理情報（処理レシピ、バリアブルパラメータ、プロセス処理位置）

このGLを実装するのは：装置メーカー

ユーザ：装置メーカー、デバイスメーカー

バックグラウンド／目的：高混流生産では、様々なプロセス／チャンバ構成が使用される。このため、ウェーハ／プロセス毎に情報管理されることが要求される。長年、装置ではウェーハを同一キャリアの同スロットに戻すユニカセット管理が実装されてきたが、このようなウェーハ管理方法は次世代工場でのウェーハ毎制御に応じて変更されると予想される。そのような精微なウェーハ毎制御は、プロセス安定化とサイクルタイム削減に向けて、プロセス処理部へのウェーハ供給の最適化に繋がる。

本GLは、ウェーハ毎制御を実現するために不可欠な要求である。

スタンダード：ウェーハ管理界面で引き渡される情報およびその提供方法については標準化がなされるべきである。

備考：なし

6.2 装置制御界面でのウェーハ制御

装置は、ウェーハの処理順番、段取り処理順番を、工場管理システム側の命令で操作できる機能を備えるべきである。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： デバイスメーカー

バックグラウンド/目的：

装置に、物理的あるいは論理的に、引き渡されたウェーハの中での処理順序を変更することで、プロセス変更回数を削減、処理間の段取りを削減し、装置の生産性を向上させることが必要な場合がある。1つのキャリアにはその工場の搬送能力に合致した枚数のウェーハが搭載されるが、上記の工場管理システム側からの操作により、等価的に枚葉レベルの生産制御を行うことが可能である。処理順序操作は、1つのキャリア内のウェーハだけでなく、複数のキャリアに跨って行う場合もある。ウェーハ処理順序の操作は、可能な限りで処理直前のウェーハに対して実施できるようにして、高い効果を上げる必要がある。

スタンダード：

GEM300 に既に規定されているキュー操作について検討し、必要な拡張を行う必要がある。

備考：

このガイドラインで要求している機能の理解には、工場管理システム側からの装置内段取り制御指示に関する要求も参照すべきである。ウェーハ処理順序に従い、必要なプロセス間の段取り処理を計画する必要がある。装置のプロセス処理計画情報（開始、終了時刻）は、工場管理システムに連絡されるべきである。工場管理システムが次に処理するウェーハを決定するために、装置は、以下のデータを工場管理システムに受け渡す機能を装備しなければならない。

- ① 処理中ウェーハのプロセス終了予測時刻
- ② 予約ウェーハのプロセス開始・終了予測時刻
- ③ 次ウェーハの受け入れ可能なロードポートや内部バッファの情報
- ④ 次ウェーハのプロセス処理のための段取り（レシピダウンロード、装置状態最適化）の完了予測情報、
- ⑤ 次ウェーハのプロセス開始予測時刻

6.3 装置内でのウェーハ毎トレーサビリティ

装置は処理順序が変更されたウェーハに対しウェーハ毎のトレーサビリティを確保する機能を有しなければならない。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： デバイスメーカー

バックグラウンド/目的：

従来ウェーハの処理順番は、キャリア毎にキャリア内のスロット順番（スロットインテグリティ）を保って実施されていた（キャリアインテグリティ）。

装置生産性を高めるためには、ウェーハ毎での処理順番の変更が必要となる。あるいは、出力キャリアと入力キャリアが異なり、またオリジナルスロットと出力スロットが異なる運用が必要になる場合もある。このような運用下では、処理履歴をウェーハ毎にトレースできる機能は重要である。

工場管理システム上でのウェーハとキャリア/スロットの関係を示すテーブルの更改には有限の時間が必要である。枚葉のウェーハレベル制御を実装するためには、装置が扱うべき最新情報の獲得を短時間内実施する必要があるが、工場管理システムで対応するのは困難であるため、装置でウェーハレベルのトレーサビリティ機能を持つことが必要である。

スタンダード：

装置が保証すべきウェーハ処理のトレーサビリティについて、標準化されるべきである。ウェーハ ID を当該装置で読み、あるいは認識するためのスタンダードを準備するべきである。

備考：なし

6.4 処理済みウェーハと処理前ウェーハとの区別

装置の緊急的な停止に際して、装置は処理済みウェーハと処理前ウェーハを明確に区別し、その情報を報告する機能を備えるべきである。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： デバイスメーカー

バックグラウンド／目的

装置が緊急的な停止を行なった際は、装置に物理的に付与されたウェーハそれぞれの処理履歴から、正常に処理されたウェーハ、正常に処理されなかった恐れのあるウェーハ、処理が行なわれていないウェーハを明確に区別する必要がある。これによって、ウェーハの回収処理と、装置の復旧処理が容易となる。

スタンダード：

緊急的な装置停止時について上に記した情報の提供方法については標準化がなされるべきである。

備考：なし

7. 連絡先一覧

名前	会社	メール
伊藤 浩之	Selete/シャープ	ito.hiroyuki@selete.co.jp
上中 伸介	松下電器	uenaka.n@jp.panasonic.com
長田 俊彦	富士通	osada.toshihiko@jp.fujitsu.com
小林 秀	ルネサス	kobayashi.shigeru2@renesas.com
小山 恒博	ソニーセミコンダクタ九州	Tsunehiro.Koyama@jp.sony.com
本間三智夫	NEC エレクトロニクス/Selete	michio.honma@necel.com
三島 一孝	ソニーセミコンダクタ九州	Kazutaka.Mishima@jp.sony.com
光井 章	松下電器	mitsui.akira@jp.panasonic.com
児玉 祥一	東芝	Shoichi.kodama@toshiba.co.jp

8. 改訂の記録

- 1.02 版 2007/06/22 変更の一部を反映、目次のページリンクをワードのものに替える。
- 1.03 版 2007/6/25 1.2,2, 2.1,2.3,5.,6.1,図表 3 文言直し
- 1.04 版 2007/06/27 1.3,4,5 直し
- 2.00 版 2007/11/14 Phase2 として予約していたものを追記。Phase1 部分に瑣末な修正実施。
- 2.02 版 2007/11/21 図 1、Phase3,4.6,5.3Mailing List 直し
- 2.03 版 2007/11/22 用語の統一、文言の直しを行った。
- 2.04 版 2007/11/26 情報構造体を加えた
- 2.5 版 2008/8/28 全面文言見直しを行った