

## 300mmPrime ガイドライン

フェーズ 2

第 2.04 版

2007 年 12 月

# 目次

1. 300mmPrime ガイドラインが目指す次世代工場 .....	4
1.1 (序) .....	4
1.2 背景.....	4
1.3 実装タイミング .....	6
2. 基本ガイドライン .....	7
ウェーハ観点の説明： .....	7
2.1 ウェーハ観点の製造管理と制御.....	7
2.2 ビジネス境界を跨った装置品質の保証.....	8
2.3 階層的な装置加工性能の保障.....	9
3. 装置データ/モデルの定義.....	11
装置品質の能動的可視化.....	11
3.1 製造装置品質の能動的可視化.....	11
3.2 製造装置品質保証の強化.....	12
3.3 装置基本機能可視化への注力.....	13
3.4 装置性能健全性判定閾値の提供.....	13
3.5 装置メーカーとのコラボレーション .....	15
3.6 装置エンジニアリングデータ収集と利用の効率化.....	16
装置エンジニアリングデータの定義.....	17
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.....	17

3.8	装置エンジニアリングデータの構造.....	18
3.9	装置エンジニアリングデータの質.....	19
3.10	機差、チェンバ間差の可視化への注力.....	20
4.	枚葉装置制御(枚葉単位制御) .....	21
4.1	装置の安全な稼働停止.....	21
4.2	ウェーハ処理に直接リンクしない装置性能調整.....	22
4.3	ウェーハの連続的な供給と引き取り .....	23
4.4	バッチ装置でのウェーハレベル追い越し制御.....	24
4.5	枚葉中間品質検査 (Phase3) .....	25
4.6	枚葉品質制御 (Phase3).....	25
4.7	検査装置の生産性(Phase3).....	25
5.	生産性改善 .....	26
	段取りの定義.....	26
5.1	段取り可視化.....	26
5.2	装置段取り作業の工場側からの制御.....	28
5.3	異なるロット間のウェーハの連続した処理.....	29
5.4	意図した通りのウェーハの安定な処理.....	30
5.5	装置内部のカウンター情報等の外部参照.....	31
5.6	マルチチェンバ装置の高効率運用.....	32
6.	新装置・工場制御界面 .....	33

6.1	ウェーハ管理界面の追加.....	33
6.2	ウェーハ制御/装置制御界面.....	34
6.3	ウェーハレベルのトレーサビリティ.....	36
6.4	処理済みウェーハと処理前ウェーハとの区別.....	37
7.	ガイドラインのフェージング.....	38
8.	付表 連絡先一覧.....	39
9.	改訂の記録.....	40

#### 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、既存の統一ガイドライン (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。

## 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 STRJ 資料)

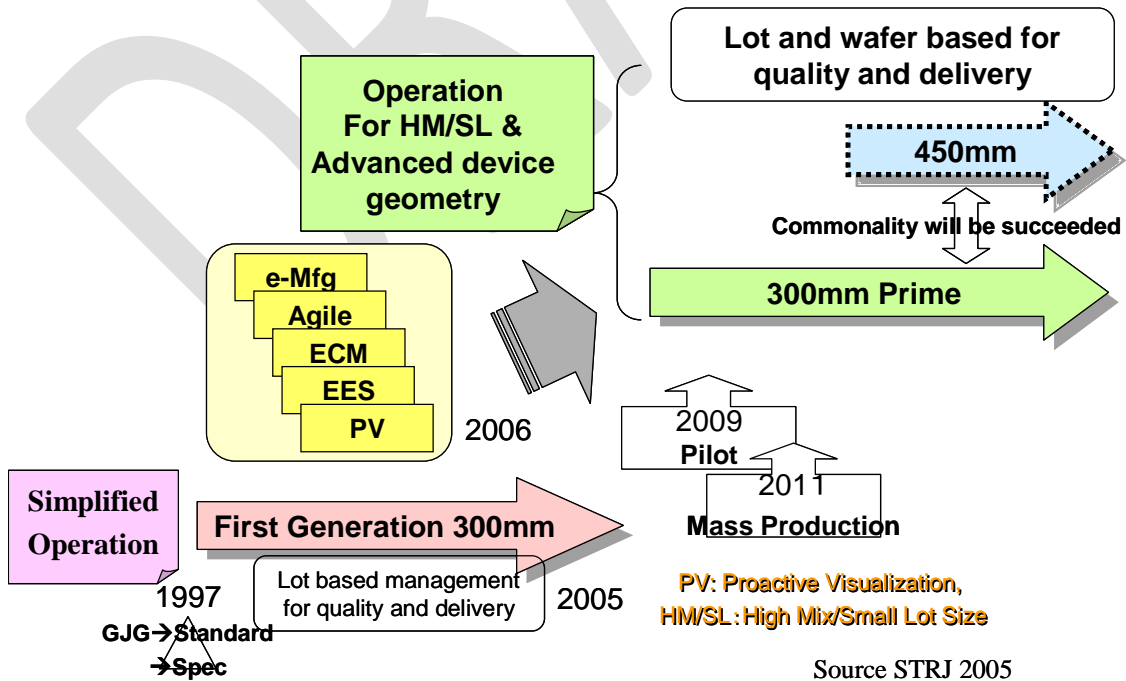


図 1 次世代工場へのパラダイムシフト

過去5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)などである。

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に注目してガイドラインをまとめた。

DRAFT

## 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。

枚葉装置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

枚葉装置制御に必要な Phase2 で要求される機能の標準化と実装

## 2. 基本ガイドライン

### ウェーハ観点の説明：

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。

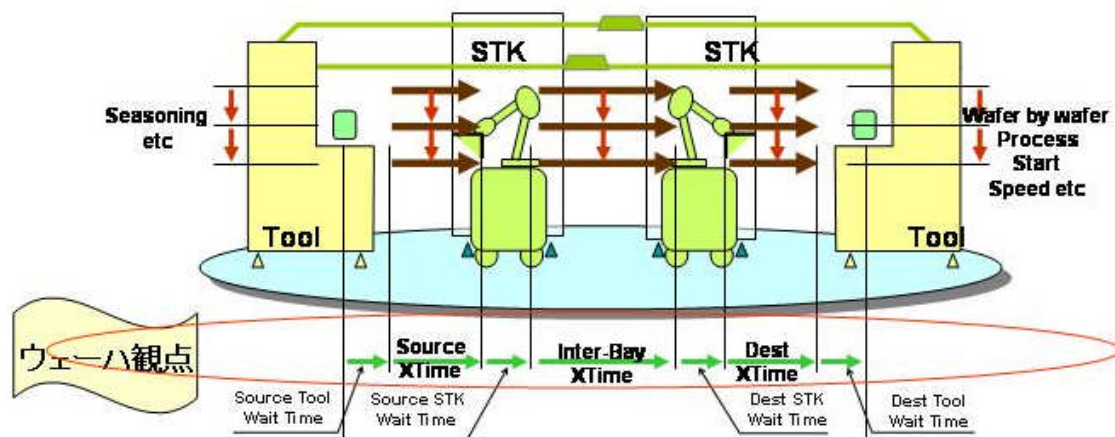


図 2 ウェーハ観点のサイクルタイム可視化

### 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、各ウェーハの並行作業時間のガントチャートなどを使った表現方法 etc
- 処理のオーバー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；
    - 装置内作業時間の内で並行作業により重ならない時間
  - 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
- 新規定義が必要な例：装置状態変化イベント、イベント内容、データ仕様（時間分解能、コンテキストとの関係） etc
- 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

## 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、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りこまれる。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、揭示、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 階層的な装置加工性能の保障

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。

DRAFT

### 3. 装置データ/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

## 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 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 装置メーカーとのコラボレーション

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：



### 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：

## 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. 装置の基本機能の活動情報を使用する業務領域

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

**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) 装置制御クロックの時間間隔よりも細かい時間間隔で取得されるべきデータに関しては、専用のハードウェアによる必要に応じたより細かい間隔での時刻刻印付加

この GL を実装するのは：装置メーカ

この GL のユーザ：装置メーカ、デバイスメーカ

**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。

**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：**

### 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：無し。

## 4. 枚葉装置制御(枚葉単位制御)

### 4.1 装置の安全な稼働停止

装置は、ウェーハレベルで最大限に連続した処理を行うべきで、空き時間の発生は最小限にすべきであるが、装置安全性、装置加工基本性能に関する不具合が検出された場合、ウェーハ単位、チェンバ単位に、装置停止を安全に実行しなければならない。

停止判断から停止までの処置経過、および実行結果は、報告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：** 装置メーカーおよびデバイスメーカー

**バックグラウンド/目的：**装置は現在、異常を発見しても停止を行う単位が標準化されていない。最小単位で装置を停止し、廃棄ウェーハの最小化を図ることが必要である。

**スタンダード：**装置の停止については、装置タイプや装置使用状況毎に標準化されるべきである。

**備考：**複数チェンバを備える装置においては、装置の不具合は、チェンバ単位に、仕掛かり中のウェーハの処理が終了するまでの時間内にすみやかに検出されなければならない。処理済みウェーハと処理前ウェーハは、明確に区別できるようにしなければならない。装置内外の情報に基づき、停止する方法を検討すべきである。この検討は、装置タイプによって区別されて行われるべきである。（例：マルチチェンバでのシーケンス処理・パラレル処理）

## 4.2 ウェーハ処理に直接リンクしない装置性能調整

モデル化できる装置の経時的な性能変動の補償は、工場側からの制御に加えて、工場から装置に委託しても行うことができるような仕組みが装置に装備されるべきである。

上記の制御は明示的に委託され、その動作活動は可視化される必要がある。

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

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、スパッタ装置の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、或いは CVD 装置の排気ポンプ近傍への付着物量の増大に伴う、排気能力の低下等が挙げられる。

このような安定で穏やかな装置性能の変化は、プロセスチェンバ毎にその状態が異なる。少数枚のウェーハの処理を行う際に、これらの装置性能の調整が、ウェーハ着工順序の操作を制限する事がある。このような事態を排除するために、装置にチェンバ間差の補正を含めた調整を工場側から委譲する仕組みが必要となる。

このような仕組みを合理的に利用することで、チェンバ毎、あるいは装置号機差の補償を意識しないレシピ制御運用が可能となる。この仕組みは、装置外部からの制御、あるいは装置に委託された制御とを切り替える機能を持つことで実現される。

このような処理は暗黙的に行なわれる事がしばしばあるが、装置の制御の統合性(Single Point of Control)を維持するために、明示的に委託され、またその補償動作などは可視化される必要がある。

### スタンダード：

上記制御のための標準化された論理インタフェースが必要である。

### 備考：

### 4.3 ウェーハの連続的な供給と引き取り

装置は、ウェーハの連続的な供給と処理済みウェーハの連続的な引き取りを実現するために、供給キャリア（複数）と回収キャリア（複数）とが異なる運用をサポートするべきである。必要に応じて、この運用ではウェーハの分流、混載が行なわれる運用もサポートするべきである。装置と工場は、空キャリアの引き取りと、処理済みウェーハの収納キャリアの供給とを、相互的な連絡により実現する必要がある。

この GL を実装するのは： デバイスメーカ、装置メーカー

この GL のユーザ： デバイスメーカ

#### バックグラウンド/目的：

リンクトリス等のように、装置の処理ステップ数が大きい装置では、少数枚のウェーハが装填されたウェーハキャリアを処理する場合には、当該キャリアからウェーハが処理装置内に搬送され始めてから、最後の処理済みウェーハが戻ってくるまでに、キャリアが空となったまま、ロードポートを塞ぐ状態が長時間続く場合があり、装置へ新たな処理前ウェーハを供給するべき時に、供給できない状態が発生する。

ロードポートの数が十分に多ければこのような生産性の障害事項を排除することができるが、装置の物理的な幅寸法を増やすことは多くの場合困難である。

解決方法の例として、ロードポートを見かけ上増加させるために、空となったウェーハキャリアをロードポート上から一度取り下げ、処理前のウェーハが装填されたウェーハキャリアを、ロードポートに置くこと、また、他方、処理が終了したウェーハは別のロードポートに待機するウェーハキャリアに受け取り、適当な数量になった時点で AMHS で引き取ることを行なう、という方法が考えられる。本ガイドラインはこのような生産性回復の手段に資するものである。

#### スタンダード：

GEM300 に既に規定されているユニカセット運用以外に、上記の装置運用を可能にするシナリオがスタンダード化される必要がある。

備考：



## 4.4 バッチ装置でのウェーハレベル追い越し制御

内部バッファを持つバッチ処理装置において、特急ウェーハの追い越しは、すでに予約されているプロセス処理開始の直前まで、工場側から指示でき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 事業に大きな効果をもたらす。

#### ① フィルダミーウェーハを特急ウェーハに置き換えることができる場合

処理に予約されていたフィルダミーウェーハと特急ウェーハとを入れ替え、バッチ再編成を行った後に、プロセスを実行する。

#### ② 処理が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ことができる場合、 或いは単純に追加が可能な場合

処理に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、あるいは追加し、バッチ再編成を行った後に、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。

4.5 枚葉中間品質検査 (Phase3)

4.6 枚葉品質制御 (Phase3)

4.7 検査装置の生産性(Phase3)

DRAFT

## 5. 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。1次作業：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。2次作業：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、3次作業：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
1次作業 装置内	<ul style="list-style-type: none"> <li>シーズニング、クリーニング時間短縮、</li> <li>レシピ設定時間短縮、</li> <li>加工単位毎 I D 確認時間短縮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置内ウェーハの搬送スケジューリングの最適化（装置内外処理タクトバランスの最適化）</li> </ul>
2次作業 装置/工場との界面	<ul style="list-style-type: none"> <li>レシピのダウンロード時間短縮</li> <li>加工単位毎 I D 確認時間短縮</li> <li>荷姿 I D 確認時間短縮</li> <li>NPW 準備時間短縮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>事前レシピ設定</li> <li>ウェーハ処理順の最適化</li> </ul>
3次作業 工場	<ul style="list-style-type: none"> <li>キャリア・ディスパッチング時間短縮</li> <li>装置安定度確認時間短縮</li> <li>できれば確認時間短縮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NPW 処理ジョブ生成事前化、</li> <li>ジョブ交換とディスパッチング調和化</li> <li>できれば確認と他の作業との並列化</li> </ul>

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

枚葉生産装置では、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、当該生産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が多くある

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

枚葉生産装置では、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：

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。特に1つの装置内で多段のプロセス処理を行う場合には、それぞれのプロセス間での挙動について理解しておくことは重要である

また、ロット内のどのウェーハも、あるいはロットが異なる場合もが、同一処理条件であれば、ロットに依らず、装置はその設計意図に合致して、同一のプロセス処理制御を実施するべきである。

### スタンダード

無し

### 備考

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

能動的な装置品質の可視化によって、個々のプロセスチェンバの物理的機差は十分に圧縮されている必要がある

処理制御の同一性は可視化され、必要に応じて常に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へ提供されるべきである。
2. 装置に内装されるインターロックの設定値と、現在の値は装置外へ提供されるべきである。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： デバイスメーカー

### 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必須の業務であり、上記情報は重要である。

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、メンテナンス後に従来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のインターロック値の通常値への整合性確認は、メンテナンス後に従来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。

### スタンダード：

標準的な参照項目と参照方法が定められるべきである。

### 備考：



## 5.6 マルチチェンバ装置の高効率運用

装置は、チェンバ毎に可能なプロセス処理の属性を持つべきである。この製造装置の属性は、チェンバ毎に工場管理システム側からその値をセットすることができる必要がある。

上記可能なプロセス処理の属性とは、対象となる全製品着工が可能な状態、同着工できる製品に限定がある状態、製品着工が可能でない状態、非製品ウェーハの着工しかできない状態（例：ダミーウェーハ或いはモニタウェーハのみ）、等の属性である。属性の書き換えは、工場管理システム側へ連絡されるべきである。

この GL を実装するのは： 装置メーカー

この GL のユーザ： デバイスメーカー

### バックグラウンド/目的：

従来、複数のチェンバを有する装置において、チェンバ毎の状態によって装置全体の作業が限定されたり、チェンバ状態が変わるたびに異なるレシピによる制御指示を新たに行なう必要があった。また装置の稼働来歴を集計する際に、稼働状態/不稼働状態の表現粒度が粗いために、集計結果の十分な活用ができなかった。

装置、特にマルチチェンバ装置における部分的なメンテナンスと部分的な立上げ業務では、ダミーウェーハを使ったメンテナンス作業の一環であるチェンバの慣らし運転と、製品着工が可能なチェンバによる製品ウェーハ着工が並行して行なわれる場合が想定される。

メンテナンス作業後の装置の立上げ、製品ウェーハを着工できるという判断を下すまでの業務で、当該プロセスチェンバの可能プロセス処理の属性を、各業務段階において工場管理システム側から指定することを行えば、その状態と、着工しようとするウェーハの属性との組合せで少ない数のレシピでも、チェンバの慣らし運転と、他の製品着工が可能なチェンバによる製品ウェーハ着工とを並行して行うことができる。

また特に複数のプロセスチェンバを持つ装置では、有意な稼働状態収集が実現できる。

### スタンダード：

可能プロセス処理の属性、属性の工場管理システム側からの指定方法はスタンダード化されるべきである。

備考：

## 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なければならない。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。

引き渡される界面で管理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：ウェーハ処理履歴（ロードポートでのカセット位置、カセット内でのウェーハ位置）、処理情報（処理予定レシピ、予定バリエーションパラメータ、予定プロセス処理チェンバ）、処理履歴情報（処理チェンバ、アーム、プロセス状態 e t c)

**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、サードパーティ、デバイスメーカー

**背景：**プロセス技術は多様化・変化しているために、様々なプロセス処理順序の入れ替えが必要である。このため、ウェーハ毎にプロセス処理部への引渡し管理が必要がある。また、枚葉処理を進化させてプロセス処理部への供給を最適化することで、装置全体の稼働率を向上させ、かつサイクルタイムの削減することが可能となる。本 GL は、これを容易に実現するための要求である。

キャリアのインテグリティやスロットのインテグリティが、守られないことも想定する必要がある。

## 6.2 ウェーハ制御/装置制御界面

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：

処理のために物理的に、あるいは論理的に、装置に引き渡されたウェーハの中で、処理順番を変更することで、プロセス変更回数が少なくし、処理間の段取りが少なくなるようし、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。

処理順番操作は、1つのウェーハキャリア内のウェーハだけでなく、複数のウェーハキャリアに跨って行う場合もある。

処理順番の操作は、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、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実現に並行して、装置内段取りについての工場管理システム側からの指示に関する要求も参照すべきである。

ウェーハ処理順番に従い、必要なプロセス間の段取り処理を予定する必要がある。装置が実行予定しているプロセス処理予定情報（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。

次に処理するウェーハの受け入れの可否の判断のために、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

DRAFT

## 6.3 ウェーハレベルのトレーサビリティ

装置は、装置上で処理順番を変更し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、ウェーハレベル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、制御に利用する複数のシナリオに応じた、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し、ウェーハの回収処理と、装置の復旧処理が行なわれる必要がある。

この際に、上記の判断が正確に実施されることはきわめて重要である。

### 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：

## 7. ガイドラインのフェージング

今回の 2.0 版ガイドラインでは、目次に Phase3 と付加した項目は含まれていない。この Phase3 の項目については、2008 年 1 月以降に検討してまとめ発表する予定である。

DRAFT

## 8. 付表 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
日浦 誠	ソニーセミコンダクタ九州	Makoto.Hiura@jp.sony.com
本間三智夫	NEC エレクトロニクス/Selete	michio.honma@necel.com
三島 和孝	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
矢島 比呂海	東芝	hiromi.yajima@toshiba.co.jp

DRAFT



## 9. 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 207/11/14 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

DRAFT