



Next Generation Factory  
(300mmPrime)

ガイドライン解説  
「総論・可視化編」

第 1.03 版

2010 年 3 月

## 改訂履歴

Rev.	日付	改訂内容	担当
1.00	2010/02/2	初版	本間
1.01	2010/2/12	参考資料を追加	伊藤
1.02	2010/2/18	解説書の分冊化（総括可視化編、制御編）	本間
1.03	2010/3/24	JEITA 半導体生産技術専門員会 Web ページに掲載	本間

## 目 次

改定履歴.....	-1-
1 NGF総論.....	- 4 -
1.1 NGFの背景.....	- 4 -
1.1.1 序.....	- 4 -
1.1.2 背景.....	- 4 -
1.2 NGFとしての考え方・指針.....	- 5 -
1.2.1 NGFの定義と特徴.....	- 5 -
1.2.2 NGFの成立のための施策.....	- 5 -
1.2.3 NGF データインフラ.....	- 5 -
1.3 NGFガイドラインの実装タイミング.....	- 6 -
2 ガイドライン実装に関する解説.....	- 7 -
2.1 ガイドラインの機能分類.....	- 7 -
ウェーハ観点の管理.....	- 9 -
2.2.....	- 9 -
2.2.1 ウェーハレベルのトレーサビリティの向上（リアルタイム性が向上したウェーハ管理）...-	9 -
2.2.2 ウェーハ単位の作業とプロセス順序の制御（ロードポート上でのウェーハ処理順番制御）-	11 -
2.3 装置性能の階層的性能保証.....	- 12 -
2.3.1 装置制御と可視化.....	- 12 -
2.3.2 EEQAやEEQMによる自動的装置機能保障.....	- 12 -
2.4 段取りのインターフェースと装置ジョブ（段取り制御）.....	- 15 -
3 連絡先一覧.....	- 17 -
4 資料：ガイドラインの機能による分類.....	- 18 -

図表目次

図 1	生産全体のムダ削減構造 .....	- 4 -
表 2.1	ガイドラインの機能分類 .....	- 7 -
表 2.2	ウェーハ観点のムダ削減 .....	- 8 -
表 2.3	装置のムダ削減と制御 .....	- 8 -
表 2.4	統合的工場作業によるムダ削減 .....	- 9 -
表 4.1	ガイドラインの機能による分類 (1) .....	- 18 -
表 4.2	ガイドラインの機能による分類 (2) .....	- 19 -
表 4.3	ガイドラインの機能による分類 (3) .....	- 20 -
表 4.4	ガイドラインの機能による分類 (4) .....	- 21 -

# 1 NGF 総論

## 1.1 NGFの背景

### 1.1.1 序

本ガイドライン解説書は、JEITA 半導体部会半導体技術委員会下の JEITA Next Generation Factory (JNGF) タスクフォースによって作成されたものである。本ガイドライン解説書は、本タスクフォースの前身の 300mm Prime タスクフォースが作成したガイドライン (Phase 2) について実装の観点から解説したものである。ただし、今回この解説書は全てのガイドラインについて解説するものではない。実装の観点から重要と考えられる項目を整理し、それらについて解説したものである。既存の SEMI 標準との関係も検討した。

### 1.1.2 背景

半導体産業は大きな転換点にある。台湾・韓国・中国・日本を始めとする東アジアの経済圏に生産の比重が移り、グローバルにビジネス環境が変化している。また、環境、教育、医療などの社会インフラの改革に、半導体が如何に寄与していくかが、新ビジネス領域として取り上げられている。家電や自動車の部品としての半導体に加え、「社会インフラを支えるサービス」の部品としての半導体のあるべき姿が問われている。このように、多様な顧客ニーズに対応する半導体を供給する使命がある。

一方生産については、資本集中型と労働集中型の産業であるが、労働集中型に変化がでてきた。単純作業の自動化や間接業務のシステム化により、これまでのように単純労働力を集めることから、高度の技術者を集めることが重要となってきた。これらの技術者は、新製品の立ち上げや生産のムダ削減（装置 OEE の改善や、資材費の低減など）を行っている。それら技術者の生産性を如何に効率化し、ムダ削減業務を加速することが課題になっている。このためには、ウェーハの大口径化（450mm 化）や工場の大規模化も効果がある。しかし、これらの技術だけでは、多様な要求に対応するには十分ではない。

大口径化や大規模化以外のエンジニアのムダ削減に関する支援施策が必要になる。すなわち、エンジニアのムダ削減支援施策として、ITシステムによるサポート、装置情報の利便性の向上、モデル再利用による改善の展開効率向上などの施策が重要である。さらに、一つの工場、企業での改善成果を他の工場や企業に展開して再利用することも今後重要になる。つまり、システムティックな能率改善活動である。（図 1 参照）

サービス連携化には、(予測・実績)情報の可視化の連携化が必要

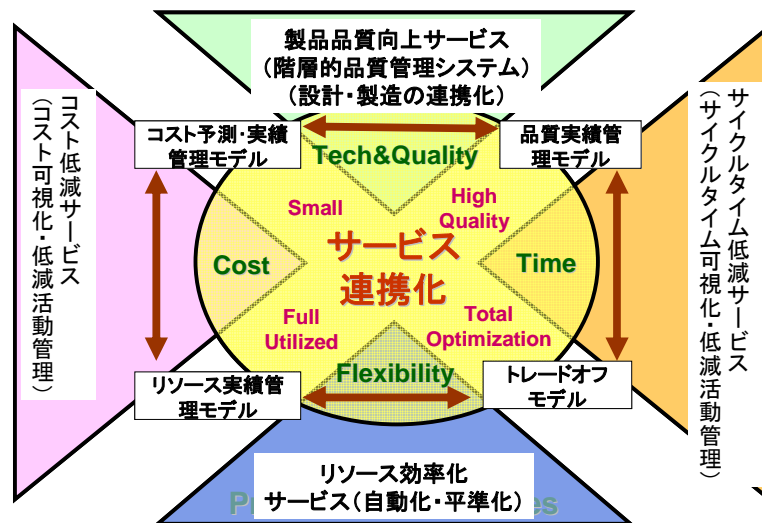


図 1 フレキシブルな生産を目指したムダ削減構造

## 1.2 NGF としての考え方・指針

### 1.2.1 NGFの定義と特徴

最終顧客に半導体製品の納期・品質・コストを保証するため、企業間・工場間を跨いでグローバルにムダを削減する活動（新しい業界のフレームワークの出現活動）をNGF活動と呼ぶ。NGFはムダ削減がグローバルに企業間・工場間を跨いで実現できた未来の工場を言う。NGF活動は、ウェーハの口径によらない活動であり、現在のロットベースの制御（ウェーハレベルの管理）を前提としている。既存工場の改善、新規工場の改善に寄与するものである。ただし、450mmの実現の前に、新規の装置機能を準備する必要がある。NGF活動のミッションとしては、まず、「コストの30%削減、（目標年度2014年）、サイクルタイムの50%削減（目標年度2016年）」を実現する。そのために本ガイドラインでは、（1）システムティックなムダの削減手法がとられていること、（2）製造エンジニアリング業務を高度化する活動であること、（3）品質業務の改革の方向性を示す活動であること、（4）ムダの削減実施の方向性をまとめる活動であること（ムダの可視化、OEE向上のための機能追加、EEQA, EEQM 機能の追加 etc.）の特性をもつことを要求している。これらの施策をさらに整理すると次章になる。

### 1.2.2 NGFの成立のための施策

NGFの成立には、能率の良い生産効率、ムダの可視化、および生産性ムダ低減活動を支えるフレームワークを設計すべきである。この活動のフレームワークは以下に示すNGF活動に必要な特徴を支えるべきである。

- 可視化粒度の向上
- 可視化対象物のモデル化
- 制御粒度向上
- 業務コラボレーション能率の向上
- 活動コンテンツの抽象化・昇華による活動コンテンツの再利用化

### 1.2.3 NGF データインフラ

可視化の対象は、生産性のムダ情報と品質向上に関わる業務情報である。前者は工場がどのような操業がされたか、工場リソースはどのように利用されたか、リソース自身の生産性はどうかを表す情報である。

このような情報が効率良く利用されるためには、その利用の観点から設計されていることが重要である。従ってNGF業務のための業務フローと必要な情報種別、利用方法は分析され、モデル化されることが必要である。

生産性あるいはムダが現象的に把握できた場合、次段階としては、その生産性の損失あるいはムダの発生の原因を分析して突き止められることが必要である。このようなドリルダウンを可能とする情報構造を設計する、あるいは設計ができるようにすることが、NGF活動のフレームワークのもっとも重要な要素である。

別の可視化の対象は、製造行為の品質である。製造の経緯を正確に把握し、必要に応じて製造条件の是正を行うことができるようにする必要がある。半導体の製造は、製造装置に大いに依拠するものであり、製造装置の設備機能としての健全性の確保、製造加工実施のプロセス条件が意図したものであることの確認が重要である。

工場リソースの機能的振る舞いの健全性の確認業務は分析され、そのデータ利用の観点から、データ構造あるいはデータの取り扱い方法が設計される必要がある。装置機能の振る舞いは、モデル化され、振る舞いの健全性の確認コンテンツも、モデル化され再利用あるいは流通化によって、コンテンツの改善が為される必要がある。

ウェーハ毎の製造来歴の確認と、製造設備の健全性の確認とは相互に関連するので、業務分析を行い、データ構造とデータの格納構造の設計を行う必要がある。

上述したように総合的なデータ利用の要求事項の分析がなされ、その上にデータの構造設計と標準化すべき領域が検討される必要がある。粒度の高いデータがあれば、工場側で生産性改善活動が可能になるというのは、一見正しく聞こえるが、改善活動の能率そのものを向上させることを念頭に置く NGF 活動では、NGF データが良い設計に基づくことが必須である。

上記の活動には、データを有効に利用するアプリケーションが必要である。データ利用についての共通化が進めば、アプリケーションは必ずしもデバイスメーカー社内で供給される必要がなく、より良い機能を購入できる機会の拡大も期待できる。従って、NGF データは共通化あるいは標準化が極めて重要な役割を担う。総合的な NGF データへの要求の実現には、NGF データインフラとして業界内でのコンセンサス作りが必須である。

### 1.3 NGFガイドラインの実装タイミング

日本の製造業は 2008 年 11 月のリーマンショックのために製造規模を大きく減じたが、今回の金融危機の半導体産業への影響は最大 2 年と見られている。従来、2010 年頃からとしていた新規の 300mm 半導体工場の建設の本格的な開始時期は、2012 年頃からと考えている。本来であれば、本稿の全てのガイドラインが、装置に実装される時期を 2012 年としたいところであるが、すでに標準化の議論や既存標準の見直しの議論が進んでいるものと、これから標準化のための議論を立ち上げなければならないものがあるので、2012 年以降に実装が進むものもあると認識している。

可視化の実装は、製品製造のサイクルタイム状態の定義（SEMI でのスタンダード活動開始済み）、および工場のイベントの定義（ガイドライン 2.1 参照）や、装置内部での装置制御と可視化（EEQA：ガイドライン 2.2, 3.1, 3.3, 3.4, 3.5, 3.7, 3.8, 3.9, 4.1 を参照）を 2012 年までに要求している。ウェーハレベル・チップレベルのトレーサビリティの向上も、合わせて実現されるべきである。

装置制御機能（EEQM：2.3, 3.2, 3.6, 3.10, 4.2, 5.1, 5.4, 5.5, 5.6 を参照）については以下の実装を要求している。

具体的な要求として、

- (1) ロードポート上でのウェーハ処理順番制御（2012 年）
- (2) 段取り制御とその制御情報の提供（5.2, 5.3, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 参照）（2016 年）
- (3) ホットロットの運用支援機能（2014 年）

である。

## 2 ガイドライン実装に関する解説

### 2.1 ガイドラインの機能分類

JEITAの300mm Primeガイドラインを機能で整理すると表 2.1 になる。

表 2.1 ガイドラインの機能分類

分類番号	機能分類	関連するガイドライン項目番号	要求分析
1	ウェーハ視点の管理と制御	2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• サイクルタイムなど、生産性の定義を標準化する → MIF からメトリックス委員会にリコメンデーション</li> </ul>
1.1	ウェーハトレーサビリティ	6.1, 6.3, 6.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 装置内ウェーハの可視化</li> <li>• ウェーハの移動の追従</li> <li>• ウェーハ ID の管理</li> </ul>
1.2	ウェーハ単位の作業とプロセス順序の制御	4.3, 4.4, 6.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• キャリア（ウェーハ）のスムーズな搬入出</li> <li>• 生産性を低下させない特急ロットの扱い</li> <li>• 処理条件（品種）変更に伴う段取り作業の自動追従</li> </ul>
2	装置性能の階層的 性能保証	2.2, 2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 装置メーカーとデバイスメーカーの階層的協業</li> <li>• 階層的な加工性能の保障</li> </ul>
2.1	装置の可視化	2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 5.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 定常的に収集できるデータの利用</li> <li>• プロセスモジュール間差、装置間差、経時変化の安定化の制御</li> <li>• 装置の安全な停止</li> </ul>
2.2	装置信頼性管理	3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 4.1, 4.2, 5.4, 5.5, 5.6	
2.3	段取り制御	5.1, 5.2, 5.3, 6.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 段取り制御の考え方</li> <li>• 単純な段取り制御の装置委譲</li> <li>• 段取り作業情報構造化</li> </ul>



また、JEITAの300mm Primeガイドラインを標準化観点で整理すると表2.2から表2.4にまとめられる。

表 2.2 ウェーハ観点のムダ削減

ガイドライン 項目番号	標準化分野	ガイドライン要求項目	標準化項目範囲例
1	ウェーハ観 点の管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>サイクルタイムなどの生産性指標の標準化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サイクルタイム状態の定義から入り、装置や工場のイベント定義へ進む</li> </ul>
1.1	リアルタイムかつ同期されたウェーハ管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置内のウェーハ履歴の可視化</li> <li>ウェーハ単位の移動履歴の可視化</li> <li>ウェーハ ID 管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウェーハレベルのトレーサビリティ向上</li> <li>装置界面でのトレーサビリティ</li> </ul>
1.2	ウェーハ単位の作業とプロセス順序の制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>連続プロセス作業</li> <li>プロセス順序制御</li> <li>停滞無いウェーハの供給と回収</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロードポート上でのウェーハ処理順番制御</li> <li>インターナルバッファでのロット処理順序変更</li> <li>レシピ管理の改革</li> <li>レシピパラメータのすばやい変更</li> <li>ウェーハ単位のレシピ管理</li> </ul>

表 2.3 装置のムダ削減と制御

ガイドライン 項目番号	標準化分野	ガイドライン要求項目	標準化項目範囲例
2	装置の階層的 性能保証	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置メーカーとデバイスメーカーの協業による階層的品質保証</li> <li>階層的装置性能保証</li> </ul>	
2.1	NGF Data インフラ 部品、モジ ュールレ ベルの性 能可視化  部品・モジ ュールの 機能モデ ル	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置導入前の品質保証とそのデータの供給</li> <li>装置メンテナンスと作業時に必要なデータの供給</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置制御と可視化</li> <li>EEQA や EEQM による自動的装置機能保障</li> </ul>
2.2	装置信頼性 管理 (AEC インターフ ェース)	<ul style="list-style-type: none"> <li>いつでも使用できるデータ</li> <li>チャンバ間差や機差安定化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>レシピ定義</li> <li>バリアブルパラメータ</li> </ul>

表 2.4 統合的工場レベルのムダ削減

ガイドライン 項目番号	標準化分野	ガイドライン要求項目	標準化項目範囲例
3	段取りのインターフェースと装置ジョブ段取りモデル  ホットロットのキュー制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 段取り定義</li> <li>▪ 装置への単純な段取り指示</li> <li>▪ 段取り情報の構造化</li> <li>▪ 次作業条件に対応した自動的段取り制御</li> <li>▪ ホットロット制御</li> <li>▪ 装置のスムーズな停止</li> <li>▪ 中間階層による装置制御</li> <li>▪ 装置とホストの統合的スケジューリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 段取り制御</li> <li>• 部分メンテナンス</li> <li>• 処理時間予測機能</li> </ul>

以上から主項目を抽出し、次章以降に詳述する。

## 2.2 ウェーハ観点の管理

### 2.2.1 ウェーハレベルのトレーサビリティの向上（リアルタイム性が向上したウェーハ管理）

#### 【はじめに】

ウェーハレベルのトレーサビリティ向上の目的は、

- (1) ウェーハへの加工来歴を正確にかつ構造的に把握する
- (2) ウェーハ単位の加工来歴とリソース（装置）との関係をウェーハ観点から可視化する

ことであり、この内、(2)によって装置内のムダ分析を容易化し、OEE向上とサイクルタイムの削減を加速することに資する。この実装のためには標準的実装仕様が必要である。

#### 【可視化のための必要な情報】

- (1) ウェーハポジションの履歴情報  
ウェーハポジションの履歴情報としては、プロセス処理を実施した装置におけるすべてのポジションの情報。
- (2) 装置作業履歴との関連付け  
ウェーハポジションの履歴情報と装置作業履歴とを関連させた作業情報。
- (3) プロセス処理レシピと関連付け  
ウェーハポジションの履歴情報とプロセス処理レシピを関連させた作業情報。

#### 【実装のための検討】

装置から見て、ウェーハの可視化を実現するために実装すべき機能としては、

- (1) ウェーハの履歴情報を提供する機能
- (2) ウェーハ投入時のウェーハID照合とプロセス処理履歴の管理情報を提供する機能

が必要である。

ここでは、上記 (1)、(2) について、「解決すべき問題点」、「既存のスタンダードを適用する場合」、「新規スタンダードを開発し実装する場合」について検討した結果を述べる。

**(1) ウェーハの詳細履歴情報を提供する機能****「解決すべき問題点」**

ウェーハの詳細情報を提供可視化する機能として現状では装置内のウェーハ滞在ポジションは、E90

(STS)により“ポジションオブジェクト”としての実装を義務付けられているが、“ポジション”に対する規定が明確でないため、実装の考え方は装置メーカー毎で異なっている。また、装置は、ウェーハ処理に使用したレシピやプロセス処理実績データをプロセスデータとして保持しているが、ポジションオブジェクトに対して結びつけられているプロセスデータの情報に関しては明確なスタンダードが存在しないために、プロセスデータの報告単位（ウェーハ、PJ、CJ、キャリア、ロット）は、装置メーカー毎に異なっている。

**「解決すべき課題」**

ウェーハの詳細情報を効率良く可視化できる情報として提供するためには、“ポジション”に対する規定を明確にし、装置メーカー毎に異なることがないようにスタンダードを設定する必要がある。そのため、ウェーハ滞在ポジションのオブジェクト化が必要である。ウェーハ、レシピ、プロセス処理実績データの関連性および、どのオブジェクトを管理すべきかを明確にしなければならない。ウェーハとプロセスデータおよび、報告単位に関係する情報の関連性についての要求を明確にすることが必要である。

**「既存のSEMIスタンダードを適用し実装する場合の課題」**

SEMIスタンダードからの観点で、ウェーハのポジショニングおよび処理履歴の可視化を行うためには、E87 (CMS) および、E90 (STS) を、装置に対し完全な実装を行う必要がある。E87 (CMS) では基板（ウェーハ）オブジェクトと装置の連携が必要である。すなわち、装置は、上位側からのサービスによりContent Map<sup>1</sup>が通知された時点で基板（ウェーハ）オブジェクトを生成する必要がある。

**「新規スタンダードを開発し実装する場合」**

装置内のウェーハが滞在する位置、すなわち「ポジション」に対する規定を作成し、装置に実装することにより、「ポジション」が明確に定義され、さらに、レシピ情報と装置のポジションを連携して扱える情報構造がスタンダード化されることが必要になる。

**(2) ウェーハ投入時のウェーハID照合とプロセス処理履歴の管理情報を提供する機能****「解決すべき問題点と課題」**

ウェーハ投入時のウェーハID照合と、プロセス処理履歴の管理機能の問題点として、現状、装置がウェーハIDを取得する方法は、キャリアオブジェクトに付随したContent Mapからだけであることである。現在、ウェーハIDは上位側で一元管理されているが、個別のウェーハに対して、プロセス処理履歴を管理するためには、装置が直接ウェーハIDを認識する方法が必要である。装置が直接認識したウェーハIDと、上位側から通知されたウェーハIDとを照合するためのタイミング、およびIDが不一致となったときのエラー処理の規定も必要である。

**「既存のSEMIスタンダードを適用する場合」（既存のスタンダードで対応する場合の実装の可能性）**

既存のスタンダードでは対応できないため、直接ウェーハオブジェクトを認識する機能を規定した新スタンダードが必要である。

<sup>1</sup> キャリア内の処理ウェーハ群についての情報

## 「新規スタンダードを開発し実装する場合」（新スタンダードで対応する場合の実装内容）

ウェーハの情報を統合して管理することを可能にするためには、

- ウェーハオブジェクトの生成から消滅までの状態管理
- ウェーハIDの読み込みおよび照合の管理
- ウェーハオブジェクトに対するプロセス条件設定の連携管理
- ウェーハオブジェクトに対するプロセス処理結果情報連携管理等

が必要になる。これに基づき情報を提供する機能が必要である。

これらに対応するスタンダードを作成する場合は、現状のスタンダードであるE40（PJM）、E87（CMS）、E90（STS）との連携が必要となる。

## 2.2.2 ウェーハ単位の作業とプロセス順序の制御（ロードポート上でのウェーハ処理順番制御）

### 【はじめに】

ロードポート上でのウェーハ処理順番制御の目的は、ホットロット（特急ロット）による装置稼働率の低下や段取りによるロット間の連続作業の断絶を削減し、装置の実行稼働率を向上させる（ロードポート周辺機能）ことである。これらを実現するためには、ロードポート上で、ウェーハ単位の自由な処理順番制御を行う必要がある。そのためには、ロードポート上での幾つかの機能追加が必要であり、（1）キャリア、ウェーハのスムーズな搬入出（停滞の無いウェーハの供給と回収）機能、（2）特急ロットのロードポート上での追い抜き（プロセス順序制御）機能、（3）処理条件変更に伴う段取り作業回数の低減（連続プロセス作業）機能などにより生産性向上が実現される。

実装は、機能要求レベルにより大きく異なる。当面は現状のスタンダードの修正で実現できるレベルを要求している。以下には、実装に工数が多くかかる将来的な要求についてもまとめてある。これらの要求は、次世代のプロジェクトで再度見直し、業界を上げての取り組みが必要である。

### 【ウェーハ処理順番制御の具体的な機能】

装置が、ウェーハ処理順番制御を行う具体的な機能を示す。

#### （1）論理的キャリア／ウェーハの投入機能

- 装置は、1つのキャリア内のウェーハに対し、個々にプロセス処理条件設定を可能とする。

#### （2）論理的ウェーハへの処理条件設定機能

- 装置は、物理的にキャリアが投入される前に、論理的なキャリア投入及び論理的なキャリア内に想定されたウェーハへの処理条件設定を可能とする。

#### （3）ウェーハ単位での処理順序及び実行の管理機能

- 装置は、装置に投入されたウェーハの処理順序をキャリアで括ることなく、ウェーハ単位で処理順序の設定及び実行を可能とする。
- 装置は、装置でのウェーハの処理順序を装置外部から変更可能とするサービスを提供する。
- 同一処理条件で連続的に処理されるウェーハの間であっても、別の処理条件のウェーハを割り込ませることが可能でなければならない。

#### (4) プロセス間段取り追従機能

- 装置はウェーハ処理（プロセス）間で処理条件が変わり段取りを必要とする場合、ウェーハの処理順序が変更されたとしても変更後のウェーハ処理順序に合わせ段取りタイミングを調整しなければならない。
- 段取りが、ウェーハの処理順序変更操作に追従しなければならない。

#### 【実装のための検討】

装置に実装するために具体的な内容と問題点の検討詳細は、ガイドライン解説書（制御編）<sup>2</sup>を参照されたい。

## 2.3 装置性能の階層的性能保証

### 2.3.1 装置制御と可視化

半導体製造はその製造プロセスが複雑であり、前述したように製造装置の役割が製造品質に大きな影響を持つ。このため、製造装置の健全性の確認が、製造者にとって常に重要な業務である。装置の機能が健全であることは、製造装置が工場に導入される時、さらに製造に実際に使用される時に、連続的に確認されている必要がある。前者はEEQAと呼ばれ、後者はEEQTと呼ばれる活動概念の名前が与えられている。そして生産性等の改善活動にはEEQIという活動概念の名前が与えられている。更にEEQA EEQT EEQIを総合的にEEQMと呼んでいる。特に製造装置の健全性が確認できる事はEEQA, EEQT, EEQIにとって必須の要件であるために、製造装置の可視化を設計することは極めて重要である。装置の製造業者が実際に、この可視化の設計と実装を行うために、業界としてのコンセンサス形成が必須の事項である。

つい最近までは装置の健全性の確認方法は、デバイスメーカーの排他的な優位技術コンテンツとして考えられていた。NGF活動のために、装置健全性をどのように確認するか工場側の仕組みや業務の構築はそれぞれのデバイスメーカーが主体的に実施する事項であるが、装置の機能の健全性の確認は必ずしもそうではない。装置は非常に多くの重要な機能から構成されているために、十分な監視を行うようにシステムの実装を行えないことが大きな欠点である。実装費用だけではなく、多くの機能健全性判定のコンテンツをデバイスメーカーが開発することは極めて難しい。コンテンツの流通化と、それを支えるデータの標準化があれば、EEQMのためのソフトウェアアプリケーションとアプリケーションのコンテンツの提供についてオープン化が進捗することが期待できる。

### 2.3.2 EEQA やEEQMによる自動的装置機能保障

#### 【はじめに】

装置制御と可視化の目的は、ウェーハ処理に直接リンクしない装置制御の可視化と、制御機能の向上により間接的にウェーハ加工を安定させかつ装置の稼働率を向上させることである。そのためには、装置メーカーとデバイスメーカーの協業による装置の基本機能の可視化を行い、階層的品質保証を実施する基本機能を向上させることが前提である。更に必要な要求項目としては、

- 装置メンテナンスと作業時に必要なデータの供給
  - チャンバ間差や機差安定化
- がある

<sup>2</sup>開発メンバー限定開示

## 【装置が実現する必要のある機能】

装置が実現する必要のある機能としては、以下のものが考えられる。

- [1] 装置は、装置内で発生する経時的な性能変動によるプロセス処理条件の変動調整を、上位側からのパラメータ補正で行なうのではなく、装置側でプロセス処理条件の補正を追従する必要がある。そのためには、経時的な性能変動を上位側が意識することなく製品処理を実行する必要がある。経時的な性能変動によるプロセス処理条件の補正としては、例えば、スパッタターゲット消耗にともなうプロセス処理条件の補正や、CMP 研磨布消耗にともなうプロセス処理条件の補正などがある。
- [2] 装置は、装置内に設置された同一機能を有するプロセスモジュール間の機能性能差による、プロセス処理条件の変動差調整も、上位側からのパラメータ補正で行なうのではなく、装置側でプロセス処理条件の補正を行なう必要がある。装置のチャンバ間差などを上位側が意識することなく、製品処理を実行できなければならない。
- [3] 経時的な性能変動やプロセスモジュール間の機能性能差による補正は、その補正対象毎に明確にされ、管理されなければならない。補正対象とは、ターゲットや研磨布等を指し、装置メーカーは、経時的に性能変動するものや、設置チャンバ間差等により性能変動するものを対象として、その性能変動によるプロセス処理条件調整を行なう必要のある、プロセスパラメータを明確にする必要がある。
- [4] 経時的な性能変動や、プロセスモジュール間の機能性能差による、プロセス処理条件の補正を装置自身が行なった場合は、その補正対象となったパラメータ種類と補正した値を明確にし、プロセス処理結果情報として装置外部に報告されなければならない。
- [5] 経時的な性能変動や、プロセスモジュール間の機能性能差による補正は、その補正対象毎に装置自身が補正を実施するか、上位側からのパラメータ補正で実施するかを選択が可能でなければならない。

## 【装置から見た実装すべき機能と問題点の検討】

装置が実現する必要のある機能を具体的に検討した場合、実装すべき機能および、解決すべき問題点は以下のようなものが考えられる。

### 「実装すべき機能」

- [1] 経時的な機能性能変動によるプロセス処理条件の変動調整機能
- [2] プロセスモジュール間の機能性能差によるプロセス処理条件の変動調整機能がある

### 「解決すべき問題点」

#### [1] 経時的な機能性能変動によるプロセス処理条件の変動調整機能における解決すべき問題点

- 装置は、装置内の経時的な性能変動を補正対象毎に明確にし、補正を行なう為のパラメータをレシピと切り離した形で、補正対象毎に備える必要がある。
- 経時的な性能変動に対するモデル化が必要である。
- 経時的な性能変動をする対象に対し、その対象毎にオブジェクト化が必要である。
- 補正を行なう為のパラメータと、補正対象のリセットイベントは、補正対象オブジェクトの属性データとして取り扱われる必要がある。

- 経時的性能変動対象に対する補正パラメータは、その補正対象毎の経過時間、もしくは状態に合わせた補正値を装置側で自動補正する必要がある。
- 補正対象毎に所有する補正パラメータに対し、装置側で自動補正有無を設定するスイッチが必要である。
- 自動追従有無を設定するスイッチは、補正対象オブジェクトの属性データとして取り扱われる必要がある。
- 経時的性能変動対象に対する補正パラメータは、装置外部からの参照及び上位側からの設定が可能でなければならない。
- 補正対象オブジェクトは、装置外部から、参照が可能でなければならない。
- 補正対象オブジェクトの属性データは上位側から、変更が可能でなければならない。
- 経時的性能変動対象に対する補正は、その経時的性能変動対象が影響を及ぼすプロセス処理に対し、プロセス処理実績データとして、装置外部へ報告される必要がある。
- 自動追従を行った場合の補正値は、補正対象オブジェクトの属性データとして取り扱われる必要がある。
- 自動追従を行った場合の補正値は、その経時的性能変動対象が影響を及ぼしたプロセス処理に対し、ウェーハと結びつけた情報が必要である。
- 経時的性能変動に対するモデル、その対象のオブジェクト定義を行なう為の、新たな SEMI STD が必要である。（EPC3 オブジェクト）

## [2] プロセスモジュール間の機能性能差によるプロセス処理条件の変動調整機能

- 装置は、装置内のプロセスモジュール間の機能性能差を補正対象毎に明確にし、補正を行なう為のパラメータをレシピと切り離した形で、補正対象毎に備える必要がある。
- プロセスモジュール間の機能性能差に対するモデル化が必要である。
- プロセスモジュール間の機能性能差を有する対象に対してのオブジェクト化が必要である。
- 補正を行なう為のパラメータは、補正対象オブジェクトの属性データとして取り扱われる必要がある。
- プロセスモジュール間の機能性能差を有する対象に対する補正パラメータは、その補正対象毎に合わせた補正値を装置側で自動補正する必要がある。
- 補正対象毎に所有する補正パラメータに対し、装置側で自動補正有無を設定するスイッチが必要である。
- 自動追従有無を設定するスイッチは、補正対象オブジェクトの属性データとして取り扱われる必要がある。
- プロセスモジュール間の機能性能差を有する対象に対する補正パラメータは、上位側からの設定及び装置外部からの参照が可能でなければならない。
- 補正対象オブジェクトは、装置外部から参照が可能でなければならない。
- 補正対象オブジェクトの属性データは、上位側からの変更が可能でなければならない。
- プロセスモジュール間の機能性能差を有する対象に対する補正は、その対象が影響を及ぼすプロセス処理に対し、プロセス処理実績データとして装置外部へ報告される必要がある。

- 自動追従を行った場合の補正值は、補正対象オブジェクトの属性データとして取り扱われる必要がある。
- 自動追従を行った場合の補正值は、そのプロセスモジュールが影響を及ぼしたプロセス処理に対し、ウェーハと結びつけた情報が必要である。
- プロセスモジュール間の機能性能差に対するモデル、およびその対象のオブジェクト定義を行なう為の新たな SEMI STD が必要である。

#### 【実装のための検討】：

装置に実装するために具体的な内容と問題点の検討詳細は、ガイドライン解説書(制御編)<sup>3</sup>を参照されたい。

## 2.4 段取りのインターフェースと装置ジョブ（段取り制御）

### 【はじめに】

段取り制御の目的は、ホットロット（特急ロット）のプロセス処理装置への割り込みによる待機時間や段取り作業によるロット処理の中断時間など、いわゆる「待ち時間」を低減し、装置、ロードポート、工場のシステム全体の実効稼働率を向上させることである。そのためには、装置、ロードポート、工場のシステム全体の情報を可視化し、それぞれを連携させることにより、実効稼働率を維持しながら、段取り作業の自由な処理制御をおこなえるようにすることである。

段取り制御には、（1）装置個別の段取り作業、（2）ロードポートや工場システムも考慮した装置の段取り制御機能が考えられる。

ここで、（1）装置個別の段取り作業としては、[1] 装置個別の段取り作業の扱い、[2] 単純な段取り作業実行の装置への委託、[3] 装置段取り作業予定情報の構造化が必要であり、（2）ロードポートや工場システムも考慮した装置の段取り制御機能としては、[1] 次作業条件に対応した自動的段取り制御、[2] ホットロット制御、[3] 装置のスムーズな停止、[4] 中間階層による装置制御、[5] 装置とホストの統合的スケジューリングが必要である。（2）ロードポートや工場システムも考慮した装置の段取り制御機能に関しては本ガイドラインの範疇ではないので、ここでは、（1）装置個別の段取り制御に関して検討した結果を述べる。

### 【段取り制御のために必要な機能】

#### [1] 装置個別の段取り作業の扱い

現状、装置がプロセスを実施するためのオブジェクトとしてはPJとCJがある。PJとCJはそれぞれモデル化され、装置側でオブジェクトとしてすでに実装されている。しかし、段取り作業に関するモデルは、現状では存在しないので、装置内で実施される段取り作業の新たなモデルの構築とオブジェクトの実装が必要となる。

新たに構築されるモデルの対象（オブジェクト）としては、段取り作業をおこなうための“Job”とチャンバクリーニングやリソ装置のカップリンスなどの“対象物”がある。その際、段取り作業のモデルを実施する上で必要となるJobパラメータを明確にし、上位側への開示および装置外部からの設定を可能とする必要がある。装置側における段取り作業モデルのオブジェクトに必要な機能としては、

<sup>3</sup>開発メンバー限定開示



- 段取りをおこなうためのパラメータの項目やステータス等のデータを持つ機能。
- プロセス処理とは切り離された装置外部や装置の上位側からの指示で段取りを実施する機能。
- 装置外部からの情報取得および上位側からの制御（サービス）をおこなうためのインターフェース機能。
- 装置自身が実施するプロセス処理、段取りの開始/終了の予測時間を装置外部へ通知する機能。
- 段取り開始および終了時間の予測値を属性データとし、上位側からの参照を可能にする機能。

である。

## 【2】単純な段取り作業実行の装置への委譲

装置が単純な段取り作業の実行をおこなうためには、実行および管理する機能を、上位あるいは装置外部から、権限を装置に委譲する必要がある。その項目は、段取りジョブに、実行のタイミングや実施の有無に関する設定を設け、装置が自動的に管理し実施するためのパラメータを用意しなければならない。

## 【3】装置段取り作業予定情報の構造化

装置段取り作業予定情報の構造化項目としては、段取りが影響を及ぼすウェーハの処理情報、および段取りのスケジュール管理がある。そのため、装置段取りの作業予定情報が通常のウェーハ処理に影響を及ぼす項目を具体化する必要がある。影響を及ぼす対象としては、モジュールやサブシステム、処理対象ウェーハ、ウェーハサイクル、時刻などがある。また、段取りスケジュールは段取りオブジェクトの属性データとして存在する必要がある。段取りオブジェクトの属性データは全て装置外部から参照可能であるため、段取りスケジュールも装置外部への提供が可能である。

### 【装置へ実装すべき段取り機能】

#### 「段取りモデル」

段取りモデルとしては、装置自身の段取りモデルとプロセスに依存した段取りモデルが考えられる。装置自身の段取りモデルとは、プロセス条件に関係なく、ウェーハ枚数や使用頻度をパラメータとして、装置自身が実施タイミングの管理や実施をおこなう段取りのことである。また、プロセスに依存した段取りモデルとは、プロセス処理条件切り替えなど、プロセス条件に関係した段取りモデルのことである。

#### 「段取り対象の明確化」

段取り対象としては、段取りをおこなうためのモジュール（チェンバー、カップなど）と段取り作業の目的（チェンバークリーニングやカッププリンスなど）があり、どちらの段取りをおこなうかを明確にしなければならない。

#### 「段取りオブジェクトの実装」

段取りオブジェクトの実装は、モジュールや目的などの“段取り対象”と、実行ジョブのような“段取り作業”とを切り分けて装置に実装しなければならない。

#### 「段取り対象と段取りオブジェクトの管理機能」

段取り対象と段取り作業のオブジェクトは、段取りパラメータとタイミングなどを属性データとして管理しなければならない。

### 【実装のための検討】

装置に実装するために具体的な内容と問題点の検討詳細は、ガイドライン解説書（制御編）<sup>4</sup>を参照されたい。

<sup>4</sup>開発メンバー限定開示

### 3 連絡先一覧

2009年4月現在

氏名	会社	メールアドレス
伊藤 浩之	Selete / シャープ	<a href="mailto:ito.hiroyuki@selete.co.jp">ito.hiroyuki@selete.co.jp</a>
上中 伸介	Panasonic	<a href="mailto:uenaka.n@jp.panasonic.com">uenaka.n@jp.panasonic.com</a>
長田 俊彦	富士通マイクロエレクトロニクス	<a href="mailto:osada.toshihiko@jp.fujitsu.com">osada.toshihiko@jp.fujitsu.com</a>
児玉 祥一	東芝	<a href="mailto:shoichi.kodama@toshiba.co.jp">shoichi.kodama@toshiba.co.jp</a>
小林 秀	ルネサステクノロジー	<a href="mailto:kobayashi.shigeru2@renesas.com">kobayashi.shigeru2@renesas.com</a>
小山 恒博	ソニーセミコンダクタ九州	<a href="mailto:Tsunehiro.Koyama@jp.sony.com">Tsunehiro.Koyama@jp.sony.com</a>
本間 三智夫	NEC エレクトロニクス / Selete	<a href="mailto:michio.honma@necel.com">michio.honma@necel.com</a>

## 4 資料:ガイドラインの機能による分類

表 4.1 ガイドラインの機能による分類 (1)

ガイドライン 項目番号	タイトル	ガイドライン	機能による分類
2.1	ウェーハ視点の製造管理と制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>工場管理システム、装置システムは、ともにウェーハ視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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウェーハ視点の管理と制御</li> </ul>
2.2	ビジネス境界を跨った装置品質の保証	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造装置品質は、装置メーカ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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置性能の階層的な性能保証</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
2.3	階層的な装置加工実施性能の保証	<ul style="list-style-type: none"> <li>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いなければならない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置性能の階層的な性能保証</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
3.1	製造装置品質の能動的可視化	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
3.2	製造装置品質保証の強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
3.3	装置基本機能可視化への注力	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
3.4	装置性能健全性判定閾値の提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>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べきである。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> </ul>
3.5	デバイスメーカーと装置メーカーとの協力関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
3.6	装置エンジニアリングデータ収集と利用の効率化	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>

表 4.2 ガイドラインの機能による分類 (2)

ガイドライン 項目番号	タイトル	ガイドライン	機能による分類
3.8	装置エンジニアリングデータの構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
3.9	装置エンジニアリングデータの質	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。 <ol style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> <li>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</li> <li>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。</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
3.10	機差、チェンバ間差の可視化への注力	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
4.1	製造装置の段階的な稼働停止 (EEC ガイドライン)	<ul style="list-style-type: none"> <li>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、あるいはチェンバ単位で、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)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
4.2	ウェーハ処理に直接関与しない装置性能の調節	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>

表 4.3 ガイドラインの機能による分類 (3)

ガイドライン 項目番号	タイトル	ガイドライン	機能による分類
4.3	ウェーハの連続的な供給と回収	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウェーハ単位の作業とプロセス順序の制御</li> </ul>
4.4	バッチ処理装置での特急ウェーハの追い越し制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>内部バッファを持つバッチ処理は、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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウェーハ単位の作業とプロセス順序の制御</li> </ul>
5.1	段取り可視化	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul> <p>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。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>段取り制御</li> <li>装置可視化</li> </ul>
5.2	装置段取り作業の工場側からの制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul> <p>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。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>段取り制御</li> <li>装置の可視化</li> </ul>
5.3	異なるロット間のウェーハの連続した処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>段取り制御</li> </ul>
5.6	マルチチェンバ装置の高効率運用	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造装置は、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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置信頼性管理</li> <li>装置の可視化</li> </ul>

表 4.4 ガイドラインの機能による分類 (4)

ガイドライン 項目番号	タイトル	ガイドライン	機能による分類
6.1	ウェーハ管理界面の追加	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> <li>－ ウェーハ I D</li> <li>－ 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)</li> <li>－ 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)</li> <li>－ 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)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェーハ トレー サビリ ティ</li> </ul>
6.2	装置制御界面でのウェーハ制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェーハ単位 の作業と プロセス 順序の制 御</li> <li>・段取り制御</li> </ul>