

SEMI E91-0600

プローバ独自の装置モデルに関する仕様(PSEM)

本仕様は、Global Information & Control Committee で技術的に承認されたもので、日本地区 I&C 委員会が直接責任を負うものである。現版は 2000 年 1 月 14 日に日本地区スタンダード委員会にて承認された。2000 年 3 月にまず SEMI On Line で入手可能になり、2000 年 6 月発行に至る。初版は 1999 年 9 月発行。

1 目的

1.1 本文書はプローバ装置のための独自の装置モデル(PSEM)を記すものである。PSEMはこのクラスの装置に適用される装置特性および装置ビヘイビアで構成され、SEMI E30(GEM)に規定されている基本的要求条件および追加性能に加えて実装するよう要求されている。本文書の目的はプローバ装置を自動化された半導体工場に容易に統合できるようにすることである。そのために本文書ではファクトリオートメーションコントローラの観点から見たプローバモデルのオペレーションモデルを定義している。この定義によってスタンダードなホストインタフェースおよび装置のオペレーションに関するビヘイビアが提供されている。

2 範囲

2.1 本文書の範囲はGEM準拠の半導体装置通信スタンダード(SECS-II) (SEMI E5)ホストから見たプローバ装置のビヘイビアを定義することに限られている。本文書ではSECS通信リンクを通して見た装置の姿を定義しているが、装置の内部オペレーションは定義していない。これにはこのクラスのすべての装置のビヘイビアの基礎として独自のプロセッシング状態モデルが含まれている。

2.2 本文書ではGEM基本的要求条件および適用される追加性能がプローバ装置に実装済みであることが要求されている。本文書はプロセッシング状態モデル、収集イベント、リモートコマンド、データアイテム変数およびプロセスプログラム管理の分野におけるGEMスタンダードの要求条件および性能を拡張し、プローバジョブ状態モデルをGEMスタンダードの要求条件および性能に追加する。本文書には複数ステージの処理についての定義は含まれない。

2.3 本文書は、処理の後、ウェーハがロードされたのと同じキャリアの同じスロットへアンロードされるプローバ装置クラスに適用される。

2.4 このスタンダードはその使用に関連したすべての安全問題を取り扱うことを意図していない。このスタンダードの使用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事柄を確立し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

3 参照スタンダード

3.1 SEMIスタンダード

SEMI E5 — SEMI Equipment Communications Standard 2 Message Content (SECS-II)

SEMI E30 — Generic Model for Communications and Control of Manufacturing Equipment (GEM)

SEMI M20 — Specification for Establishing a Wafer Coordinate System

SEMI M21 — Specification for Assigning Addresses to Rectangular Elements in a Cartesian Array

3.2 その他の文書

Harel, D., "Statechart: A Visual Formalism for Complex Systems", Science of Computer Programming 8 (1987) 231-274.¹

注 1: 別途指示のない場合、引用されたすべての文書は最新の出版バージョンである。

1 Elsevier Science, P.O. Box 945, New York, NY 10159-0945, <http://www.elsevier.nl/homepage/browse.htm>

4 用語

- 4.1 アライメント (*alignment*) – 基板上で座標システムが確立されるプロシージャ。
- 4.2 ビン (*bin*) – 計測の結果得られる、ダイについての分類されたデータ。
- 4.3 カセット (*cassette*) – 一つ以上の基板ロケーションがある物理的オブジェクト (スロット参照)。例えば、SEMIスタンダードカセットは 25 個の基板スロットロケーションがあるキャリアである。
- 4.4 ダイ (*die*) – 1. 表面を構成する区画単位。2. デバイスが形成される基板部位。
- 4.5 実行エリア (*execution area*) – 現行のプロセスプログラムの指示を実行する部分。
- 4.6 インカー (*inker*) – プローバのリソースの一つ。ダイにインクで印をつける電気機械的なユニット。
- 4.7 指示データ (*instruction data*) – 検査プロセスで参照する結果データ。
- 4.8 ジョブ (*job*) – ロット。PSEM装置でプロセスプログラム一つで処理される。
- 4.9 ロードする (*load*) – 材料をカセットからプロービングロケーションあるいはマーキングロケーションへ移動させること。
- 4.10 ロット (*lot*) – 同じタイプの基板を一枚以上含むグループ (例, ウェーハ, マスク, CD)。
- 4.11 マップ (*map*) – 基板上のダイの座標のリスト。マップは本文書ではSEMI M21 に従って定義されている。
- 4.12 マップデータ (*map data*) – 座標に関連して行われた計測の結果として得られる、ダイについての分類されたデータ。マップデータにもオリジンダイを特定する情報が含まれている。
- 4.13 マーキング (*marking*) – インカーを使ってダイにインクの印をつけるプローバのプロセス。
- 4.14 材料 (*material*) – 1. プロセスの基本的な単位。物理的には一つあるいは複数のカセット。2. ロット一つ。
- 4.15 計測 (*measurement*) – プローブカードおよびダイに接触してテストを行うこと。テスターはテストの結果としての分類データをプローバに送信する。
- 4.16 プローブカード (*probe card*) – テストされる基板とテスター設備が一時的に電気的な接触ができるようにするのに必要な電気機械的インタフェース。複数単位分が複合されたものもある。
- 4.17 再検査 (*re-inspection*) – 検査済みのマップデータを使って同じ基板をもう一度テストするプロセス。
- 4.18 スロット (*slot*) – 基板を入れられるキャリア内の物理的な場所。キャリアロケーションとも呼ばれる。
- 4.19 状態 (*state*) – 1. 状況が変化しない様子。状況が合致するものが現在の状態である (SEMI E30)。2. 状態は特定の刺激に対して想定される反応が起こる。
- 4.20 基板 (*substrate*) – 1. 材料の基本単位。PSEM装置で処理されるウェーハの様なもの。
- 4.21 テスト装置 (*testing equipment*) – 一般的には、製造プロセスの間にパッケージングされたデバイスおよび／あるいはウェーハダイに電気的なテストを行うためのメカニズムおよびコントロールを統合したもので構成される装置クラス。
- 4.22 アンロードする (*unload*) – 試験位置あるいはマーキング位置からカセットのスロットへ材料を移動させること。
- 4.23 ウェーハエンド (*wafer end*) – ウェーハの計測プロセスの終わり。

5 状態モデル

5.1 目的は装置に関して期待されるオペレーション状態を描くのに必要な装置独自のプロセッシング状態モデルおよびプローバジョブ状態モデルを定義して、ローカルオペレータの代わりとなるホストトラッキングおよびコントロールを可能にすることである。

5.1.1 PSEM準拠のプローバの実装に際してはSEMI E30 の必須状態モデルに加えて、本文書のプロセッシング状態モデルは必須である。状態モデルは状態モデル図、状態定義、および状態遷移表で構成されている。状態モデルはホストから見たプローバの姿を表わしているが、必ずしも実際のプローバのオペレーションを表しているわけではない。PSEM状態モデルはすべて、状態モデルの遷移の要求条件を満たす実際の装置イベントに連続的にマッピングされなければならない。インプリメンテーションによっては、プローバはある状態に入るだけですでにPSEM状態モデルが別の状態への遷移で必要としている条件をすべて満たすことになるかもしれない。このような状況ではプローバは追加アクションなしに必要な遷移を行う。

5.1.1.1 状態図で使用されるさまざまな符号は図 1 に記されている。

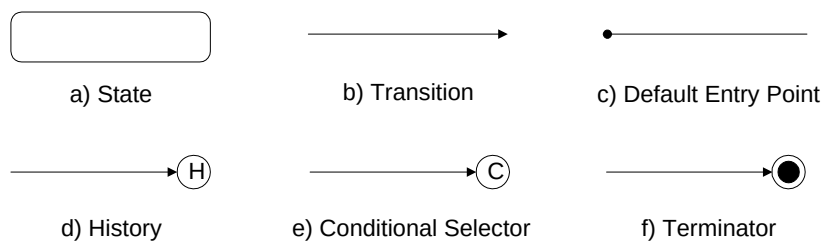


図 1
状態図で使用されるさまざまな符号

5.1.2 装置によっては追加状態が必要になるかもしれない。しかし追加状態はPSEMが定義する状態遷移を変更してはならない。PSEM状態の間で発生すると予想される遷移はすべて発生しなければならない。

5.2 PSEMプロセッシング状態モデル

5.2.1 目的

5.2.1.1 PSEMプロセッシング状態モデルの目的はSEMI E30 に定義されているプロセッシング状態モデルからPSEMプローバのビヘイビアに関する正確なモデルを作成することである。

5.2.3.2 **ALARM PAUSED (PAUSE 下位状態)** – PROCESSあるいはPROCESS PAUSE状態でアラームが発生した。プローバはアラームが解除されるのを待っている。

5.2.3.3 **CHECKING (PROCESS PAUSE 下位状態)** – プローバは実行されたプロセスプログラムのアップデートが有効であることを検証する。これはプローバがREADY状態に遷移する準備が整う前にSETTING UP状態でとるのと同じプロシージャである。検証の完了時には、検証が成功して終了した場合にはイベントが生成される。プロセスモデル条件表に基づいてプロセス状態への遷移が行われる。

5.2.3.4 **EXECUTING (PROCESS 下位状態)** – プローバは自動的に材料を処理しており、外部からの介入なしに続行可能である。この状態にホストあるいはオペレータとのインタラクションが含まれる場合もある。

5.2.3.5 **IDLE** – プローバは指示を待っている。IDLEとはALARMSおよびエラー条件がない状態である。

5.2.3.6 **IDLE with ALARMS** – IDLE状態でアラームが発生し、プローバはすべてのアラームが解除されるのを待っている。

5.2.3.7 **INIT** – プローバは初期化の途中である。

5.2.3.8 **MAINTENANCE**

5.2.3.8.1 オペレータの指示によってプローバの製作作業がディスエーブルになった。

5.2.3.8.2 プローバのメンテナンスおよび検査はこの状態の時に実行される。

5.2.3.9 **PAUSE (PROCESSING ACTIVE 下位状態)** – 処理を一時停止できる時にはPROCESS状態が中断される。プローバの安全を確保するためのアクションがとられる。プローバはコマンド (RESUME, STOPあるいはABORT)を待つ、あるいはアラームが解除されるのを待つ。

5.2.3.10 **PAUSED (PROCESS PAUSE 下位状態)** – この状態の時オペレータはその時点でのプロセスプログラムの選択に影響を及ぼさない限り、エラーを修正できる。PROCESS状態は一時停止になり、プローバはコマンド (RESUME, STOPあるいはABORT)を待つ。この状態の時、オペレータはその時選択されているプロセスプログラムに影響を及ぼさない限り、エラー状況を修正してもよい。オペレータがとり得る修正アクションの一つとして処理中のウェーハのアラインメントをマニュアルで直す作業がある。

5.2.3.11 **PAUSED SETTING UP (PROCESS PAUSE 下位状態)** – PROCESS状態が一時停止すると、プローバは簡単なセットアップオペレーションを実行する。プローブカードの交換作業およびインカーの交換作業などである。

5.2.3.12 **PAUSING (PROCESS PAUSE 下位状態)** – 処理を一時停止できる時にはPROCESS状態が中断される。プローバは安全が確保されるまでPAUSED状態に遷移できない。

5.2.3.13 **PROCESS (PROCESSING ACTIVE 下位状態)** – この状態はプロセスプログラムの準備および実行をさす下位状態すべての親状態である。

5.2.3.14 **PROCESS PAUSE (PAUSE 下位状態)** – PAUSED状態の時、プローバにはアラーム条件がない。

5.2.3.15 **PROCESSING ACTIVE** – プローバが材料を処理している状態。

5.2.3.16 **SETTING UP (PROCESS 下位状態)** – プローバは処理を開始できるよう、要求条件を満たそうとしている。これはプローバがすでにプロセスプログラムおよび処理する材料を受け取り、次にホストあるいはオペレータからのSTARTコマンドを受信していて、プロセスプログラムに従って処理の準備をしているという状態である。

5.2.3.17 **STOPPING (PROCESSING ACTIVE 下位状態)** – プローバはSTOPコマンドを受信して、停止するためのセットアップをする。材料、データ、コントロールシステムなどに関して必要なクリーンアップはすべてこの状態の間に完了する。データは保存される。エラー条件はこの状態から出る前に解除される。

5.2.4 PSEMプロセッシング状態遷移表

表 1 プロセッシング状態遷移表

No.	現在の状態	トリガー	新しい状態	アクション	コメント
1	Undefined	電源を入れた後、オペレータはプローバに初期化を実行するよう命令する。	INIT	プローバは初期化を実行する。	なし
2	INIT	すべてのプローバの初期化がアラームもエラーもなしに完了する。	IDLE	プローバはホストあるいはオペレータからのコマンドを待っている。	なし
3	IDLE	プローバジョブが生成され、プローバはすでにプロセスプログラムおよび材料を受け取っており、その後、ホストあるいはオペレータからの START コマンドを受信している。	SETTING UP	プローバはプロセスプログラムに従ってセットアップしている。	なし
4	SETTING UP	すべてのセットアップ作業は完了した。	EXECUTING	プローバはウェーハ搬送および計測を実行する	なし
5	EXECUTING	材料の処理が完了する。	IDLE	なし	なし
6	PROCESS	プローバは STOP コマンドを受信した。	STOPPING	プローバは EXECUTING 状態のもとでカレントウェーハあるいはカレントダイの処理を完了し、ECV “StopUnit”に従ってそれをアンロードする。	プローバはデータのクリアを開始する。カレントウェーハあるいはカレントダイの処理完了後にアンロードを実行するかどうかは仕様によって異なる。
7	PROCESS	プローバはオペレータ、ホストからの、あるいは自分で作成した ABORT コマンドを受信する。	ABORTING	プローバは安全な状態になる。	ウェーハデータあるいはロットデータは無効かもしれない、あるいは入手できないかもしれない。
8	PROCESS	アラームが発生する。	ALARM PAUSED	PROCESS 活動は一時停止され、プローバはすべてのアラームが解除されるのを、STOP あるいは ABORT コマンドを待っている。	ALARM PAUSED は PAUSE の下位状態である。
9	PROCESS	プローバはホストあるいはオペレータからの PAUSE コマンドを受信した。	PAUSING	処理を停止できる時には PROCESS 状態は一時停止される。プローバを安全な状態にするのに必要なオペレーションがすべて実行される。	PAUSING は PROCESS PAUSE の下位状態である。
10	CHECKING	パラメータのチェックが正常に終了する。	以前の PROCESS 状態	以前一時停止していた状態から処理が再びスタートする。	なし
11	EXECUTING	カレントロットの最後のウェーハの処理が完了した。プローバは次のロットの START コマンドを受信した。	SETTING UP	なし	なし

No.	現在の状態	トリガー	新しい状態	アクション	コメント
12	STOPPING	プローバはデータのクリアを完了し、アラームは残っていない。	IDLE	なし	なし
13	PAUSING	プローバは止まることができる中断点で、EXECUTING 状態だったカレントウェーハの処理を中止し、安全な状態になった。	PAUSED	プローバはコマンド (RESUME, STOP, あるいは ABORT) を待っている。	なし
14	ALARM PAUSED	アラームが解除される。	PAUSED	プローバはコマンド (RESUME, STOP あるいは ABORT) を待っている。	なし
15	PROCESS PAUSE	プローバでアラームが発生する。	ALARM PAUSED	プローバはすべてのアラームが解除されるのを、STOP あるいは ABORT コマンドを待っている。	なし
16	PAUSED	RESUME コマンドを受信した。	CHECKING	プロセスプログラムのパラメータの検証	処理を続行する前に、ホストあるいはオペレータは RESUME コマンドを発行する必要がある。
17	PAUSED	オペレータが状態遷移を指示した。	PAUSED SETTING UP	プローブカードの交換あるいはインカーの交換がオペレータの指示によって実行される。	なし
18	PAUSED SETTING UP	オペレータが状態遷移を指示した。	PAUSED	なし	なし
19	PAUSE	プローバが STOP コマンドを受信した。	STOPPING	プローバはデータのクリアを開始する。	データは保存され有効である。
20	PAUSE	プローバが ABORT コマンドを受信した。	ABORTING	可能なら、安全でない状態をリセットする。	ウェーハデータあるいはロットデータは無効かもしれない、あるいは入手できないかもしれない。
21	STOPPING	プローバが ABORT コマンドを受信した。	ABORTING	可能なら、安全でない状態をリセットする。	ウェーハデータあるいはロットデータは無効かもしれない、あるいは入手できないかもしれない。
22	ABORTING	アボート作業が完了した。	IDLE	なし	IDLE への遷移だけが許可されている。
23	IDLE	アラームが発生する。	IDLE with ALARMS	プローバはアラームが解除されるのを待っている。	なし
24	IDLE with ALARMS	アラームがすべて解除された。	IDLE	なし	IDLE 状態にはアラームがない。
25	IDLE	オペレータが状態遷移を指示した。	MAINTENANCE	なし	プローバモジュールのメンテナンスおよび検査、プロセスプログラムの生成、変更および削除が可能である。
26	MAINTENANCE	オペレータが状態遷移を指示した。	IDLE	なし	なし

5.2.5 プロセスモデルの条件表

5.2.5.1 下記の表 2 はPSEMプロセッシング状態モデル図のNo. 10 の遷移の遷移条件の説明である。

表 2 プロセスモデルの条件表

条件	次の状態
チェックでプロセスプログラムの変更が承認される。	SETTING UP
チェックでプロセスプログラムが変更されていないことが承認される。	
前の状態は SETTING UP だった。	SETTING UP
前の状態は EXECUTING だった。	EXECUTING

5.3 プローバジョブの状態モデル

5.3.1 目的

5.3.1.1 プローバジョブ状態モデルはプローバが処理することになるあらゆる材料のプロセッシング状態を追跡するために定義されている。ホストはプローバジョブを生成してどの材料をどのように処理するかを装置に指示できる。プローバジョブはJOB CREATEコマンドで生成される。プローバジョブ一つ一つにプローバジョブ状態が存在する。プローバジョブ状態はプローバジョブの生成時に発生し、完了時に削除される。ホストはプローバジョブの進行に伴って送信されるイベント報告に従って装置に対して要求される材料の処理の進行状態をコントロールできる。

5.3.2 プローバジョブ状態モデル図

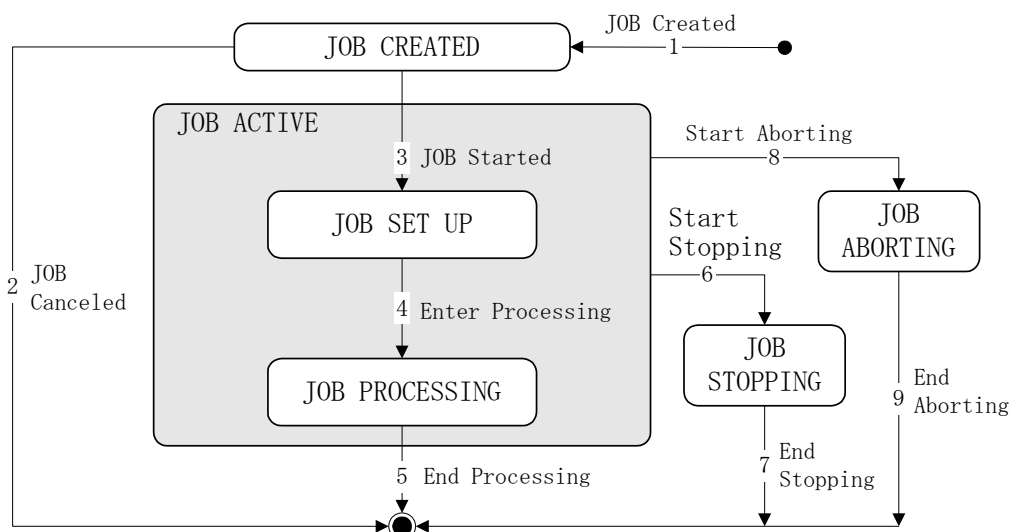


**図 3
プローバジョブ状態モデル図**

5.3.3 プローバジョブ状態の説明

5.3.3.1 **JOB CREATED** – プローバジョブが装置に対して生成される状態。装置はまだプローバジョブを処理していない。材料が装置に到着しているかどうかは関係ない。

5.3.3.2 **JOB ACTIVE** – 通常のプローバジョブ処理オペレーションが実行される状態。2つの下位状態がある。

5.3.3.3 **JOB SET UP** (**JOB ACTIVE** 位状態) – 装置準備など、処理できるように準備する状況を待つ状態。

5.3.3.4 **JOB PROCESSING** (**JOB ACTIVE** 下位状態) – この処理が実行中であるという状態。

5.3.3.5 **JOB STOPPING** – プローバジョブを停止しようとしている状態。

5.3.3.6 **JOB ABORTING** – プローバジョブをアボートしようとしている状態。