

SEMI E58-0703

自動化による信頼性, 有用性, および整備性に関するスタンダード(ARAMS): コンセプト, 挙動, およびサービス

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

免責事項: この SEMI スタンダードは, 投票により作成された英語版が正式なものであり, 日本語版は日本の利用者各位の便宜のために作成したものです。万が一英語と日本語とに差異がある場合には英語版記載内容が優先されます。

SEMI スタンダード日本語翻訳版をご利用にあたっての注釈を本文の末尾に記載しております(「すべきである」「しなければならない」について等)。

本仕様は, Information & Control Global Technical Committee で技術的に承認されたもので, North American Information & Control Committee が直接責任を負うものである。現版は 2000 年 10 月 19 日に North American Regional Standards Committee にて承認された。2001 年 1 月にまず www.semi.org で入手可能になり, 2001 年 3 月発行に至る。初版は, 1997 年 6 月発行。

注意: SEMI E58 は 2003 年 7 月にサブドキュメント SEMI E58.1 が再承認されたため改訂年月が更新された。

NOTICE: This Standard or Safety Guideline has an Inactive Status because the conditions to maintain Current Status have not been met. Inactive Standards or Safety Guidelines are available from SEMI and continue to be valid for use.

目次

1. 序文

- 1.1 目的
- 1.2 範囲
- 1.3 参照文書
- 1.4 定義

目次

- 1. 目的
 - 1.2 背景および動機
- 2. 範囲
- 3. 参照スタンダード
- 4. 用語
 - 4.1 頭字語
 - 4.2 一般的な用語
 - 4.3 データタイプ
- 5. 基本的な要求事項
- 6. 規則
 - 6.1 状態モデル手法
 - 6.2 オブジェクト属性の表記
 - 6.3 サービスメッセージの表記

- 7. 概要
- 8. 状態モデル
 - 8.2 SEMI E10 装置状態
 - 8.3 ARAMS 状態モデルの定義
 - 8.4 汎用装置運用モデル
 - 8.5 状態モデルの関係
 - 8.6 状態モデルの関係
- 9. ARAMS 下位状態コード
 - 9.2 予約済みコード
 - 9.3 追加コード
 - 9.4 有効な ARAMS 下位状態コード
 - 9.5 製造コード
- 10. ARAMS の表
 - 10.2 表の定義
 - 10.3 ARAMS 下位状態表
 - 10.4 ARAMS 兆候表
- 11. ARAMS データ
 - 11.2 状態情報
 - 11.3 定数データ
 - 11.4 ユーザが設定変更できるデータ
 - 11.5 アキュムレータ
- 12. イベントおよびあらかじめ規定済みのイベントレポート
- 13. オブジェクトサービスの準拠
 - 13.1 装置オブジェクト
 - 13.2 表オブジェクト
- 14. ユーザインタフェースに関する要求事項
 - 14.1 データアクセス
 - 14.2 ARAMS 状態／下位状態の選択
 - 14.3 ユーザ定義による ARAMS 兆候表
 - 14.4 表アクセス
 - 14.5 カラーコード
- 15. サービス
 - 15.2 サービスパラメータ辞書
 - 15.3 TableSend
 - 15.4 TableRequest
 - 15.5 ARAMSStateChange
 - 15.6 ResetAccumulators
- 16. ARAMS の挙動に関する要求事項
 - 16.1 ARAMS 状態遷移
 - 16.2 電源投入エントリ
 - 16.3 電源投入および電源遮断状態
 - 16.4 ユーザが開始する状態変更要求
 - 16.5 生産および待機下位状態
 - 16.6 装置が選択する下位状態
 - 16.7 装置が検出する例外
 - 16.8 装置が開始する回復操作
- 17. 準拠に関する要求事項
 - 17.1 基本的な要求事項
 - 17.2 追加性能

17.3 準備のための要求事項

18. マルチモジュール装置のための ARAMS 状態

関連情報 1

R1-1 電源遮断時間の推定

R1-1.2 UpdatePeriod

R1-2 電源投入のシナリオ

R1-3 装置が開始する遷移

R1-4 オペレータが開始する遷移

R1-5 ホストが開始する遷移

関連情報 2

R2-1 ユーザが開始する計画外ダウンタイムへの遷移

INACTIVE

1 目的

1.1 本文書では SEMI E10 に従った装置レベルでの SEMI E10 の状態の変化を実装および収集するためのスタンダードが提供されている。

1.1.1 SEMI E10 ではさまざまな用語および装置状態が定義されているが、特に自動化された装置によるアプリケーションのために書かれているわけではない。本文書の目的は正式な状態モデル手法を用いてそういった装置状態に一貫した解釈を与えることである。

1.1.2 ARAMS では半導体工場内の自動化されたシステムの統合をサポートするためのコンセプト、挙動、およびメッセージサービスを定義する。

1.2 背景および動機 — 自動化された装置での SEMI E10 状態の統合を果たすためには、定義および要求事項の統合を詳細かつ正確にして、装置サプライヤを問わず解釈が一貫するようにしなければならない。これによって装置自体が情報を自動的に保持するチャンスが与えられる。

1.2.1 一貫した状態モデルを応用して装置で SEMI E10 データ収集を自動的に行うことによって装置サプライヤと装置ユーザの双方が利益を得る。

1.2.2 SEMI E10 では特定の状態を定義するが、状態間の遷移は扱っていない。ARAMS スタンダードは自動化された装置によって行われる状態遷移のトリガーも規定する。本文書に記されている SEMI E10 の拡張は自動化された装置によって下された決定にだけ適用される。

2 範囲

2.1 このスタンダードは以下の関係に適用される。従来のホスト／装置、オペレータ／装置、およびクラスタツールコントローラ／付属モジュール。本文書の範囲は、装置レベルでの SEMI E10 関連データの補足および通信を簡単にするスタンダードを定義することである。特に、本文書は下記のことを提供する：

- 装置状態変更のための規則を定義する装置状態モデル
- SEMI E10 で定義されている 6 つの基本的装置状態の下位状態を表すための標準装置コード
- 装置が生成するデータの定義
- 情報を交換するために必要なコンセプトおよびメッセージ
- ARAMS に準拠するための基本的な要求事項
- オプションの追加性能要求

2.2 このスタンダードは SEMI E10 の補足として、装置が SEMI E10 をサポートするために使われることを目的とする。両方の文書に共通して使われている用語すべての正式な定義は SEMI E10 にだけ書かれている。

2.3 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 E10 — Standard for Definition and Measurement of Equipment Reliability, Availability, and Maintainability (RAM)

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

SEMI E38 — Cluster Tool Module Communications (CTMC)

SEMI E39 — Object Services Standard: Concepts, Behavior, and Services

SEMI E41 — Exception Management (EM) Standard

SEMI E42 — Recipe Management Standard: Concepts, Behavior, and Message Services

SEMI E53 — Event Reporting

3.2 その他の文書

Harel, D., “Statecharts: A Visual Formalism for Complex Systems.” *Science of Computer Programming* 8 (1987): pp. 231–274.

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。

4 用語

4.1 頭字語 — 本文書では下記の頭字語が使われている。

4.1.1 *ARAMS (Automated Reliability, Availability, and Maintainability Standard)* — 本文書で定義されている、自動化による信頼性、有用性、および整備性に関するスタンダード。

4.1.2 *CTMC (Cluster Tool Module Communications)* — クラスタツールモジュール通信。[SEMI E38]

4.1.3 *EMS (Exception Management Standard)* — 例外処理スタンダード。[SEMI E41]

4.1.4 *ERS (Event Reporting Standard)* — イベントレポートスタンダード。[SEMI E53]

4.1.5 *GEM (Generic Equipment Model)* — 包括的装置モデル。[SEMI E30]

4.1.6 *OSS (Object Services Standard)* — オブジェクトサービススタンダード。[SEMI E39]

4.1.7 *RAM (Reliability, Availability, and Maintainability)* — 信頼性、有用性、および整備性。

4.2 一般的な用語 — 本文書では一般的な用語に関する下記の定義が使われている。[]内が参考文書である。

4.2.1 *アラーム (alarm)* — アラームとは、人間、装置あるいは処理している材料に危険を及ぼすかもしれないような、装置における異常状態に関連している。[SEMI E30, SEMI E41]

4.2.2 *収集イベント (collection event)* — 収集イベントとは、ホストにとって重要であると考えられる、装置におけるイベント（あるいは関連したイベントの集まり）である。[SEMI E30]

注 2: 正式な状態モデルでの状態遷移は、特記されていない限り、常に収集イベントを表す。

4.2.3 *装置生産基準 (equipment production criteria)* — 装置が所期の機能を実行していると見なされるために必要な条件および操作仕様。これには情報に関する基本的な要求事項、処理材料、および検出可能な例外条件がないこと（例、アラームがないこと）が含まれる。また、真空度の要求レベル、処理に必要な消耗品およびサポートツールが使用できること、といった装置モデル独自の基準も含まれる。

4.2.4 *イベント (event)* — イベントとは装置にとって重要な、検出可能な出来事である。

注 3: ARAMS では、イベントは装置あるいはユーザのどちらかが検出できるものである。

4.2.5 *イベントレポート (event report)* — 収集イベントが発生すると装置がホストに送信するメッセージ。

4.2.6 *例外 (exception)* — ユーザに報告されるアラームあるいはエラーで、回復可能である場合とそうでない場合がある。

4.2.7 *失敗 (fault)* — 例外。

4.2.8 *ホスト (host)* — 装置と通信するインテリジェントシステム。監視の役割をにない、装置と工場およびユーザの仲介を果たす。

4.2.9 所期の機能(*intended function*) – 装置が実行するよう作られている製造機能。これには搬送装置での搬送機能および測定装置での測定機能だけでなく、PVD およびワイヤボンディングなどの処理機能も含まれる。複雑な装置では複数の所期機能を持っている場合がある。

4.2.10 インタラプト(*interruption*) – 失敗。[SEMI E10]

4.2.11 オペレータ(*operator*) – 装置のコントロールパネルを介して装置とローカルに通信する人。

4.2.12 状態(*state*) – 条件およびそれに関連した挙動の静的な集まり。条件がすべて満たされている間、その状態が現状(アクティブ)である。ある状態での挙動にはさまざまな刺激に対する応答も含まれる。

注 4: 本文書では、「状態」という用語は一般的には、SEMI E10 で定義され ARAMS 状態モデルで使われている次の 6 つの状態のうちの一つを指す: 生産、待機、エンジニアリング、計画ダウンタイム、計画外ダウンタイム、および非計画時間。

4.2.13 状態モデル(*state model*) – 状態モデルとは状態と状態遷移を集めたもので、状態と状態遷移が結びついてシステムの動作を説明する。このモデルには、状態、状態内で起こる可能性のある動作/応答動作、状態間の遷移を引き起こすイベント、および状態間を遷移するプロセスなどを説明する諸条件の定義を含んでいる。

4.2.14 状態遷移(*state transition*) – ある状態から別の状態へ変わること。

4.2.15 待機状態(*standby condition*) – 生産時間内で、装置の生産基準が満たされていない時で、故障がない以外は所期の機能を実行できる状態。

4.2.16 下位状態(*substate*) – 状態をさらに細かく分けたもの。

注 5: 挙動をより正確に定義するのが簡単になるように状態を下位状態に詳細化できる。つまり、階層とは、ある状態がその親の下位状態であると同時に、その下位状態の親である場合もあり得るところ、と定義される。[SEMI E30, 付属書]

4.2.17 上位状態(*superstate*) – 2 つ以上の状態の親の状態。

4.2.18 兆候(*symptom*) – ユーザが検出するイベント(例、煙を観測する)。

4.2.19 タイムスタンプ(*timestamp*) – あるイベントが発生した日付および時刻を記すもの。[SEMI E42]

4.2.20 タイムスタンプのフォーマット(*timestamp format*) – "YYYYMMDDhhmmsscc" という形式のテキスト文字列で、

YYYY = 西暦(例、1995)

MM = 月(01-12)

DD = 日(01-31)

hh = 時(00-23)

mm = 分(00-59)

ss = 秒(00-59)

cc = 百分の一秒(00-99)

4.2.21 トリガー(*trigger*) – 装置の状態の変化を引き起こすイベント。例としては、センサの測定値の変化、アラーム、ホストから受信したメッセージ、オペレータからのコマンドがある。

4.2.22 ユーザ(*user*) – オペレータとしてローカルに、あるいはホストを介してリモートに、装置と相互に働きかけを行う実体。装置から見ればオペレータとホストの両方ともユーザを表す。

4.3 データタイプ(*data types*) – 有効なデータタイプを表すには下記の用語が使われる。

4.3.1 形式(*form*) – データの型: 正数、符号なし整数、整数、浮動小数点(浮動)、列挙型、ブーリアン、テキスト、フォーマット付きテキスト、構造体、リスト、順序付きリスト。

4.3.2 正数 (*positive integer*) – 任意の正の数全体の値を取る。メッセージプロトコルは可能な値の範囲に限界を課す。

4.3.3 符号なし整数 (*unsigned integer*) – 任意の正の整数または 0 の値を取る。メッセージプロトコルは可能な値の範囲に限界を課す。

4.3.4 整数 (*integer*) – 任意の負または符号なし整数の値を取る。メッセージプロトコルは可能な値の範囲に限界を課す。

4.3.5 浮動小数点 (浮動) (*floating point*) (*float*) – 正または負の任意の 1 個の (実数) 数値をとる。メッセージ作成プロトコルがとり得る値の範囲に制限を加えることがある。

4.3.6 列挙型 (*enumerated*) – 能な値のセット。これらの値は論理名を与えられるが、任意の単項データ型で表わされる。

4.3.7 ブーリアン (*Boolean*) – 真 (TRUE) と偽 (FALSE) という 2 つの値のどちらかをとる。

4.3.8 テキスト (*text*) – キャラクタ文字列。メッセージプロトコルは、長さ、ASCII 表現のような制限を課す。

4.3.9 フォーマット付きテキスト (*formatted text*) – 決められたフォーマットキャラクタ文字列。位置によって、特殊文字の使用によって、あるいはその両方でフォーマットが決まる。

4.3.10 構造体 (*structure*) – 指定された配列で、特別な項目集合、複合化されたデータ型から構成される複雑な構造。

4.3.11 リスト (*list*) – すべて同じ形式 (上記の形式のどれか) である一つ以上のアイテムが集まったもの。

4.3.12 順序付きリスト (*ordered list*) – アイテムが現われる順序が重要であるリスト。

5 基本的な要求事項

5.1 ARAMS 準拠の実装は別のスタンダードで定義されている以下の性能を持っていないなければならない。状態情報へアクセス可能なこと、イベントレポート、アラーム管理、および内蔵の時計を持っていること。下記の要求事項の集合のうちの一つに準拠すればこの要求事項を満たすことができる：

- 包括的装置モデル (GEM)
 - クロックサービス
 - イベント通知
 - 状態データ収集
 - 装置定数
 - アラーム管理
- 下記のスタンダードの集合
 - オブジェクトサービススタンダード
 - クロックサービス, クラスタツールモジュール通信
 - イベントレポートスタンダード
 - 例外管理スタンダード

5.2 開発者は ARAMS を実装しようとする前に該当文書を熟読されたい (16.1 項参照)。

6 規則

6.1 本文書は 3 章で示された SEMI スタンダードに使われている状態モデル手法およびサービス定義に関する規則に従っている。

6.2 状態モデル手法－本文書では装置の挙動を記述するのに SEMI E30 の状態モデル手法を用いている。状態モデルには以下の 3 つの要素がある。各状態および下位状態の定義、状態および状態間の遷移の図、および状態遷移表。状態モデルの図ではハレル状態図の表記法を用いている。この表記法の概要は SEMI E30 の付録に示されている。この表記法の正式な定義は Science of Computer Programming 8, “Statecharts: A Visual Formalism for Complex Systems”, by D Harel, 1987 に示されている。

6.2.1 遷移表は各状態遷移の性質を明確に記述するため、状態図との関連で書かれている。遷移表には遷移 #、現在の状態、トリガー、新しい状態、動作、およびコメントの縦列がある。遷移の「トリガー」(縦列 3) は「現在の状態」にある間に発生する。動作 (縦列 5) には、1)現在の状態を出る際にとる動作、2)新しい状態に入る際にとる動作、3)その遷移と最も密接に関連した動作、が含まれている。この 3 つの区別はされていない。

#	現在の状態	トリガー	新しい状態	動作	コメント
遷移#					

6.3 オブジェクト属性の表記－スタンダード化されたオブジェクトのオブジェクト情報モデルは、下記の縦列がある属性定義表でサポートされる：

属性名	定義	アクセス	必須	形式
属性の正式なテキスト名	含まれている情報についての記述	RO あるいは RW	Y あるいは N	(下記参照)

6.3.1 アクセスの縦列では RO (読み込み専用) あるいは RW (読み込み書き込み可能) を用いて、サービスのユーザがその属性に対してできるアクセスを表わす。

6.3.2 必須の縦列の 'Y' あるいは 'N' は、サービスに基本的に準拠するためにはその属性をサポートする必要があるかどうかを示す。

6.3.3 形式の縦列は属性のフォーマットを表わすために使われる (定義については 4 章参照)。

6.4 サービスメッセージの表記

6.4.1 サービスリソースの定義－サービス定義表では下記の表のように、あるサービスリソースで使われる特定のメッセージの集合が定義されている：

メッセージサービス名	タイプ	説明
メッセージ名	N あるいは R	サービスの目的

6.4.1.1 タイプは N=通知、あるいは R=要求のどちらか。

6.4.1.2 通知タイプのメッセージはサービス提供者が開始し、提供者はサービスユーザ (消費者/加入者) から応答を得ることを期待していない。

6.4.1.3 要求メッセージはサービスユーザが開始する。要求メッセージは提供者にデータあるいは活動を依頼する。要求メッセージは特定の応答メッセージを期待する (メッセージの内容については仮定しない)。

6.4.2 サービスパラメータ辞書－サービスパラメータ辞書表では下記のように、一つ以上のサービスのパラメータが定義されている：

パラメータ	説明	形式
パラメータ X	X と呼ばれるパラメータは A にある B である。	データタイプ

6.4.2.1 サービスのパラメータ一つにつき一行があてられている。最初の縦列にはパラメータの名前が書かれている。そのあとに、対応するパラメータの形式と内容を記述した縦列がくる。

6.4.2.2 形式の縦列はパラメータに含まれているデータのタイプを示すのに使われる（定義については 4 章参照）。

6.4.2.3 サービスパラメータ辞書表の説明の縦列には、パラメータの意味、許可されている値、およびそれ以外のパラメータとの相互関係が記述されている。

6.4.2.4 “XxxList”という名前の多数のパラメータを定義しないように、本書ではリストを「Xxx（のリスト）」と呼ぶ規則を採用する。この場合、変数 Xxx の定義はリストでは書かれない。「リスト」という用語は同一のデータタイプのゼロ以上の項目を集めたものを表わす。

6.4.2.5 リストが要求と応答の両方に使われている場合には、要求でのリストの順序が応答でも維持される。要素ゼロが特に許可されていない限り、リストには少なくとも要素が一つはなければならない。

6.4.3 サービスメッセージの定義 – サービスメッセージ定義表には下記のように、サービスに使うパラメータを定義する：

パラメータ	要求／指示	応答／確認	説明
パラメータ X	(下記参照)	(下記参照)	パラメータについての記述

6.4.3.1 要求／指示および応答／確認という見出しの縦列はパラメータとメッセージの方向を結び付けている。発信側が送信するメッセージは「要求」と呼ばれる。そのメッセージを受信側は「指示」と呼ぶ。その後、受信側は「応答」を送信できるが、それを元の送信側は「確認」と呼ぶ。

6.4.3.2 要求／指示および応答／確認の縦列には下記のコードが出てくる。これはパラメータの定義に使われている（例、各パラメータがそれぞれの方向でどのように使われているか）。

‘M’ – 必須パラメータ – 有効な値が与えられなければならない。

‘C’ – 条件的パラメータ – 状況によって定義されたりされなかったりする。値が与えられるかどうかは完全にオプションである、あるいはそれ以外のパラメータの値次第である場合もある。

‘U’ – ユーザ定義パラメータ

‘-’ – このパラメータは使われていない。

‘=’ – （応答のみ）応答でのこのパラメータの値は、（定義されている場合には）一次メッセージでの値に合致していなければならない。

7 概要

7.1 本項には、ARAMS をどのように適用するか、そして ARAMS が定義する性能についての概要が書かれている。

7.2 装置性能をトラッキングするのに使われるシステムは、SEMI E10 の 6 つの基本的な装置状態の定義に基づいていなければならない。トラッキングシステムは普通、SEMI E10 状態変化を手入力するのに工場の従業員に頼っている。個々の工場は、さらに、会社または施設独自に状態を詳細化する。例えば、基本的な装置状態は「計画外ダウンタイム」でそれが細分されたものは「パーツを待っている」となる。

オペレータ（生産オペレータ，プロセスエンジニア，装置エンジニア，あるいはサプライヤ分野のサービスエンジニアでもよい）は，状態変化の入力に加えて，状態の変化を促すような「煙を観測した」などのあらかじめ定義されている挙動（兆候）から選択することもある。

7.3 ARAMS で規定されている仕様の目的は，装置システムの工場トラッキングシステムへの統合をサポートすることである。そのためには，装置は ARAMS の状態および下位状態を認識する必要がある，自分の現在の状態を知っていなければならない，装置主導の遷移ができるかどうかを決めるための共通の規則に従わなければならない。さらに，ユーザは，ホストシステムのコンソールあるいは装置のオペレータコンソールのどちらかでトラッキングシステムと相互に働きかけができる必要がある。そうするにはオペレータは装置のコンソールで以下の情報を入力できなければならない：新しい状態あるいは下位状態への移行要求，および，移行要求を促すような，特別に観測された挙動。その後（入力の後），ホストシステムに対し状態変化の発生が通知される。

7.4 統合システムは，こういった状態の変化について，装置単体だけで検出可能なレベルより正確なデータを提供できる。別の状況ではやはりユーザが状態の変更を初めなければならないが，それは装置のコンソールで直接，あるいはホストのトラッキングシステム端末でリモートに，行うことができる。

7.5 情報の交換は，データの意味および形式のスタンダード化と交換に関するメッセージサービスの仕様のスタンダード化によって行う。ARAMS は，SEMI E10 で示された共通の下位状態の包括的な定義も規定する。ARAMS は，2 つの表および装置とホストがその表を交換するために必要なメッセージサービスも定義する。1 つめの表は ARAMS の下位状態の定義（下位状態を識別する ARAMS コード）および対応する説明を記述している。2 つめの表は兆候と数値による兆候 ID，および対応する説明を定義したものである。

7.6 上記の記述は，装置がホストシステムと相互に働きかけを行うという前提に立っているが，ARAMS 状態モデルでは，「ユーザ」との相互の働きかけが要求されるだけである。「ユーザ」とはローカルなオペレータあるいはホストシステムのどちらでもよい。

8 状態モデル

8.1 本項では ARAMS 状態モデルと呼ばれる，ARAMS のための正式な状態モデルを定義する。これは ARAMS に準拠していなければならない。この状態モデルと装置の運転との関係を明確にするため，2 つめの状態モデルを導入する。これは汎用装置運転モデルと呼ばれ，図による表現のためだけに使われる。汎用装置運転モデルの存在は仮定であり，ARAMS 準拠のフォーマットである必要はない。

8.1.1 本文書は正式な状態名を表わすのに大文字を使う規則に従っている。略式では小文字を使う場合もある。例えば，ARAMS 状態の計画ダウンタイム (SCHEDULED DOWNTIME) および計画外ダウンタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME) をダウンタイム状態 (downtime states) と呼ぶこともある。

8.1.2 装置の挙動についての詳細な要求事項は 16 項に規定されている。

注 6: 装置は電源が入っていない状況の検出はできないが，初期化 (INITIALIZING) 状態に入った時の検出，およびハードリセット (遷移 6) とソフトリブート (遷移 5) の区別はできる。

8.2 SEMI E10 装置状態 — 図 1 にハレル表記法を使用した SEMI E10 装置状態を示した。SEMI E10 では総時間を 6 つの基本状態に分けている：生産 (PRODUCTIVE)，エンジニアリング (ENGINEERING)，待機 (STANDBY)，計画ダウンタイム (SCHEDULED DOWNTIME)，計画外ダウンタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME)，および非計画時間 (NON-SCHEDULED TIME) である。この 6 つの状態を図 1 では実線で示した。

8.2.1 稼動時間 (OPERATIONS TIME)，アップタイム (UPTIME)，ダウンタイム (DOWNTIME)，および製造時間 (MANUFACTURING TIME) は SEMI E10 で定義されている状態をグループ分けして派生させたもので，分類には便利であるが，正式には SEMI E10 装置状態とはみなされない。これらのグループの時間は，図 1 に基づいて，対応する状態の時間を合計すれば得られる。

注 7: 図 1 での網掛けの状態は派生状態であることを示す。正式な状態モデルのためのものではない。

8.2.2 製造時間 (MANUFACTURING TIME) には生産 (PRODUCTIVE) および待機 (STANDBY) に費やした時間も含まれる。アップタイム (UPTIME) には製造時間 (MANUFACTURING TIME) およびエンジニアリング (ENGINEERING) に費やした時間も含まれる。ダウンタイム (DOWNTIME) には計画ダウンタイム (SCHEDULED DOWNTIME) および計画外ダウンタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME) に費やした時間も含まれる。

8.2.3 SEMI E10 では、状態遷移を決める厳密な規則は要求されていない。一方、ARAMS モデルは内部条件を検出できる自動化された装置によって使われる。装置が開始する遷移、およびユーザと装置の相互作用で決定される遷移の両方に関して、有効な状態遷移の各々に対する条件が定義されている。

8.3 ARAMS 状態モデルの定義 – 本項では ARAMS 状態モデルの正式な定義を記述する。その定義は以下の3つの部分からなる：

- ハレル表記法による ARAMS 状態モデル図 (図 2)
- 各状態の説明、およびその状態にある間の装置の挙動、および
- 遷移前の状態、遷移のトリガー、遷移後の新しい状態、新しい状態に入った時にとる動作の記述、および新しい状態に関するコメントを記述した遷移表 (表 1)

8.3.1 ARAMS 状態モデル図 – ARAMS 状態モデル図 2。

8.3.2 ARAMS 状態の説明 – モデルを完全にするための基本状態の簡単な説明。

注 8: この説明は ARAMS 状態モデルを完全にするための概略の説明であり、SEMI E10 の正式な定義に取って代わることはない。

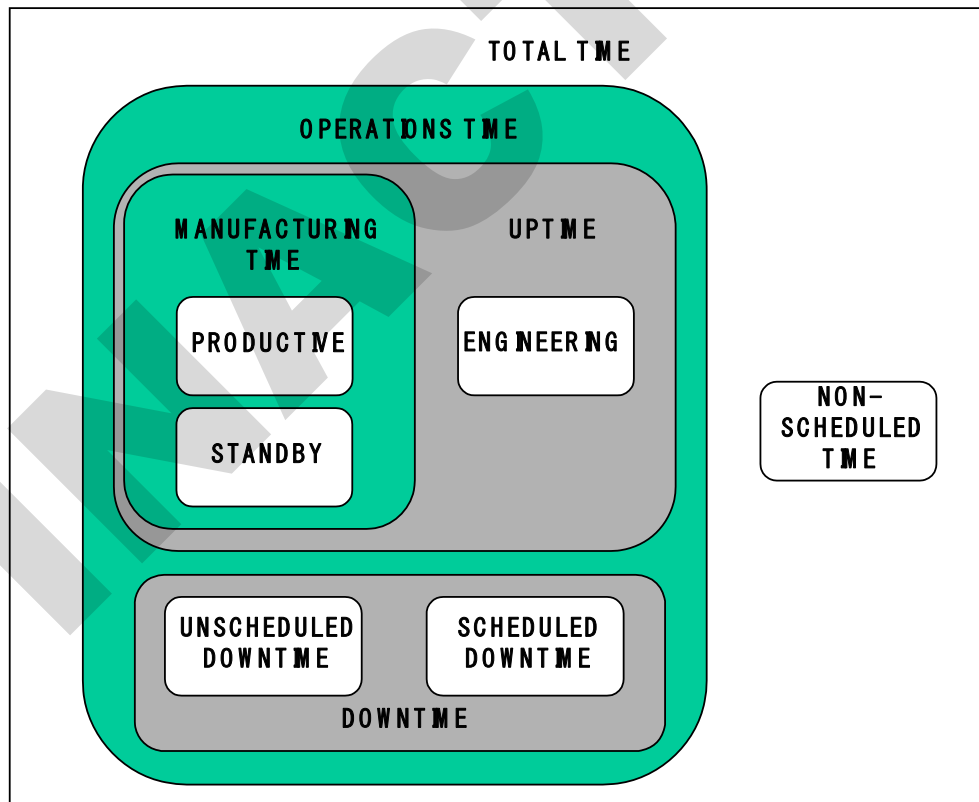


図 1
SEMI E10 装置状態ハレル表記

8.3.2.1 総時間 (TOTAL TIME) — 総時間 (TOTAL TIME) 状態には実時間 (Realtime : 24 時間, 週 7 日) が 100%含まれる。実時間とは SEMI E10 の 6 つの基本的な状態の時間の合計で、装置の電源が切られている時間も含まれる。生産 (PRODUCTIVE), 待機 (STANDBY), およびエンジニアリング (ENGINEERING) はアップタイムと呼ばれ、計画ダウナタイム (SCHEDULED DOWNTIME) および計画外ダウナタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME) はダウナタイムと呼ばれる。

8.3.2.2 製造 (MANUFACTURING) — ARAMS 状態モデルには、生産 (PRODUCTIVE) および待機 (STANDBY) の上位状態でユーザが選択できるものとして製造 (MANUFACTURING) が含まれる。ユーザが製造 (MANUFACTURING) を選択すると、装置は自動的に、その時の内部状態によって生産 (PRODUCTIVE) あるいは待機 (STANDBY) のどちらかに遷移する。

8.3.2.2.1 製造 (MANUFACTURING) 時間には、装置の故障は含まれない。

注 9: 製造 (MANUFACTURING) は SEMI E10 で定義された装置状態ではない。

8.3.2.3 生産 (PRODUCTIVE) — 生産 (PRODUCTIVE) 状態は装置が所期の機能を実行するのに要した時間をカバーする。これには製品をロードおよびアンロードするのに必要な時間も含まれる。生産 (PRODUCTIVE) はアップタイム製造状態である。

8.3.2.3.1 装置は、製造 (MANUFACTURING) 上位状態にあり、装置生産基準が満たされており、所期の機能を実行する作業に従事している時だけ、生産 (PRODUCTIVE) 状態にあるという。

注 10: 装置は生産 (PRODUCTIVE) 状態にある時、定義上、「所期の機能を実行している」とみなされる。しかし、装置処理サイクル(補足:材料処理等)は待機 (STANDBY) 以外の基本的な SEMI E10 状態のどれにあっても起こる可能性がある。

8.3.2.4 待機 (STANDBY) — 待機 (STANDBY) 状態は、装置が生産 (PRODUCTIVE) 状態に入るための待ち時間を含む製造 (MANUFACTURING) 上位状態である。

8.3.2.4.1 装置は、製造 (MANUFACTURING) 上位状態にあり生産 (PRODUCTIVE) のための要求事項が適用されない時にはいつでも、生産 (PRODUCTIVE) 状態からこの状態に自動的に入る。これには作業なし、オペレータなしなどの正常な待機条件を検出する時間も含まれる。待機 (STANDBY) にある間、装置は生産 (PRODUCTIVE) に入るための条件を監視する。生産 (PRODUCTIVE) に入るための要求事項がすべて満たされると、自動的に生産 (PRODUCTIVE) に遷移する。

8.3.2.5 エンジニアリング (ENGINEERING) — エンジニアリング (ENGINEERING) 状態は、プロセス開発あるいはキャラクタライゼーションといったプロセスおよび装置エンジニアリングを目的として、ユーザが選択するアップタイム状態である。

8.3.2.5.1 装置を意図的に正常な作動条件から外すこともあるため、エンジニアリング (ENGINEERING) 状態で発生する可能性のある故障によって、装置による計画外ダウナタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME) への遷移が引き起こされることはない。エンジニアリング (ENGINEERING) の間、装置の電源を切る場合もある。

8.3.2.6 計画外ダウナタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME) — 計画外ダウナタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME) 状態は、整備、セットアップ、コンバージョン (補足: 段取り変え)、消耗品の交換、工場関連の問題といった、計画されていなかったダウナタイムでの活動のためにある。

8.3.2.6.1 生産 (PRODUCTIVE) から計画外ダウナタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME) は、装置主導であれユーザ主導であれどんな遷移でも SEMI E10 の失敗として数える。装置がアラーム状況を検出して計画外ダウナタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME) に遷移した後でも自分で回復して生産 (PRODUCTIVE) に戻る場合もある。

8.3.2.7 計画ダウナタイム (SCHEDULED DOWNTIME) — 計画ダウナタイム (SCHEDULED DOWNTIME) 状態は、予防保全、セットアップ、コンバージョン、消耗品の交換、工場関連のイベントといった、計画ダウナタイム (SCHEDULED DOWNTIME) での活動に使われる。

8.3.2.8 非計画時間 (NON-SCHEDULED TIME) – 非計画時間 (NON-SCHEDULED TIME) 状態は、正常な工場生産スケジュール以外の時間を説明するためにある。これには工場自体が操業していない時間、および、装置が生産、エンジニアリング、あるいは整備以外の目的に使われている時間も含まれる。例としては作業していないシフト、休日、工場の操業休止、設置、および職員のオフライン（補足：正常な工場作業以外の）トレーニングなどがある。

8.3.3 ARAMS の下位状態 – 6つの基本的な ARAMS 状態の一つ一つは SEMI E10 で定義されたように詳細化される。それは9項の ARAMS 下位状態コードで表現される。ホストは ARAMS 下位状態コードを直接指定して ARAMS 状態変化を要求するが、オペレータはユーザインタフェースを介して（基本的な ARAMS）状態と下位状態の組み合わせを選ぶ。装置はそれにより、下位状態コードを決定する。その後、装置はそのコードに基づいて適切な ARAMS 状態／下位状態に移行する。

8.3.4 状態遷移 – ユーザは、いつでも新しい ARAMS 下位状態コード（9項参照）を指定するか、あるいは製造 (MANUFACTURING) 上位状態へ変わるよう要求するために"0000"というコードを指定して、ARAMS 状態に移行するよう装置に依頼できる。

注 11: ユーザ主導の ARAMS 状態変化は、装置運転を変更させるためのものではない。例えば、装置が材料のプロセスサイクルを完了しようとする時にオペレータが装置を計画外ダウンタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME) にしても、装置はその正常なサイクルを完了させる。オペレータがプロセスをアボートするつもりなら、そのプロセスを特に指定してアボートしなければならない。

8.3.4.1 表 1 では図 2 に描かれる遷移一つ一つのトリガーが定義される。

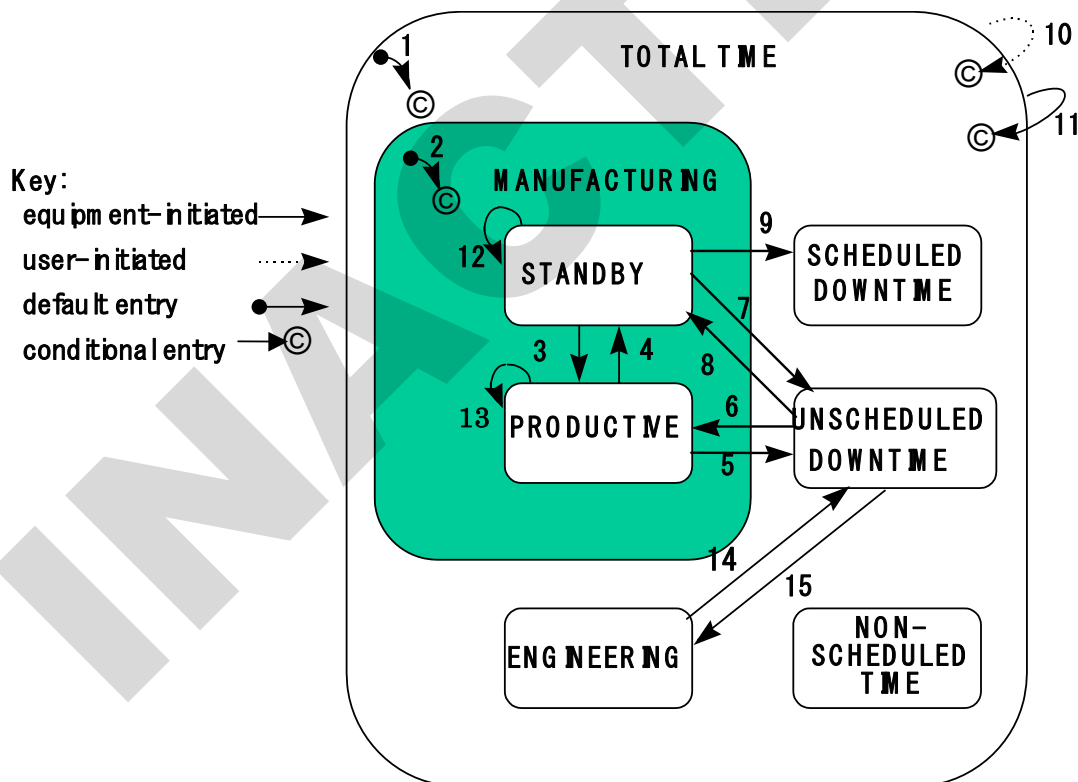


図 2
ARAMS 状態モデル

表 1 ARAMS 状態モデルに関する遷移

#	現在の状態	トリガー	新しい状態	動作	コメント
1	不定であるか、または、生産 (PRODUCTIVE) あるいは待機 (STANDBY) 以外の状態	電源投入／リセット	遷移 11 が発生した状態によって異なる (8.5.2 項参照)。	なし	新しく入る状態はそれを決めることができる以前の状態 (注 1 参照) によって異なる。イベントレポートを作成しない。
2	(どの状態でも)	ユーザが製造状態を選択する。	装置の状態次第で、生産 (PRODUCTIVE) あるいは待機 (STANDBY)	新しい ARAMS 状態／下位状態を決める。	生産基準が満たされるかどうかを装置が決定する。満たされていない場合には待機 (STANDBY) に遷移する。イベントレポートは作成されない。
3	待機 (STANDBY)	すべての生産基準が満たされることを装置が検出する。	生産 (PRODUCTIVE)	ARAMSState を PrdState の中の値にセットする (11.2 項)	処理を開始する、あるいは再開する。
4	生産 (PRODUCTIVE)	装置が待機条件を検出する。	待機 (STANDBY)	あらゆる生産基準をモニタする。	装置はいつでも待機条件を検出できる。
5	生産 (PRODUCTIVE)	装置が例外を検出する。	計画外ダウンタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME)	InterruptionPrd を 1 つ増やす (11.5 項)	同じトリガーによってアラームあるいは例外報告が作成される
6	計画外ダウンタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME)	故障条件がすべて解除された。	生産 (PRODUCTIVE)	処理を再開する	遷移 5 の後に来るのは遷移 6 だけである。オペレータの指示が無い自動回復操作はユーザが無効にできる (注 2 参照) 処理を再開できる。品質を低下させずにプロセスの回復操作ができなければならない
7	待機 (STANDBY)	装置は故障条件を検出する。	計画外ダウンタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME)	なし	同じトリガーによってアラームあるいは例外報告が作成される
8	計画外ダウンタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME)	故障条件がすべて解除された。	待機 (STANDBY)	あらゆる生産基準をモニタする。	遷移 7 の後に来るのは遷移 8 だけで、遷移 8 はユーザが無効にできる (注 3 参照)
9	待機 (STANDBY)	モニタされるパラメータがあらかじめ定義された限界に達した	計画ダウンタイム (SCHEDULED DOWNTIME)	なし	予防保全ではモニタされるパラメータのリセットが必要になる場合がある。
10	(あらゆる ARAMS 状態／下位状態)	ユーザが新しい ARAMS 下位状態コードを選択する。	(ユーザが選択した状態／下位状態に基づく)	選択された状態／下位状態によって異なる	ユーザはいつでも新しい ARAMS 状態あるいは下位状態を選択できる

#	現在の状態	トリガー	新しい状態	動作	コメント
11	6つの基本的な状態のどれか	電源遮断	計画外ダウンタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME), 計画ダウンタイム (SCHEDULED DOWNTIME), あるいは非計画時間 (NON-SCHEDULED TIME)	なし	電源が入ると、装置はこの遷移が発生したと推定する。この状態遷移は収集イベントではない。
12	待機 (STANDBY)	装置は待機 (STANDBY) 条件の変化を検出	待機 (STANDBY)	なし	遷移 12 と 13 はオプションであり、ユーザは無効にできる (注 4 参照)
13	生産 (PRODUCTIVE)	装置は生産 (PRODUCTIVE) 条件の変化を検出	生産 (PRODUCTIVE)	なし	遷移 12 と 13 はオプションであり、ユーザは無効にできる (注 4 参照)
14	ENGINEERING	装置が故障条件を検出する	計画外ダウンタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME)	なし	ユーザは遷移 14 および 15 を無効にできる (注 5 参照)
15	計画外ダウンタイム (UNSCHEDULED DOWNTIME)	故障条件がすべて解除された	エンジニアリング (ENGINEERING)	なし	遷移 15 は遷移 14 の後にだけ発生する (注 6 参照)

注 1 11.2.4 項の ARAMSSState 変数参照。

注 2 11.4.5 項の PrdRecovery 変数参照。

注 3 11.4.6 項の SbyRecovery 変数参照。

注 4 11.4.7 項の SubstateSelect 変数参照。

注 5 11.4.1 項の EngInterrupt 変数参照。

注 6 自動回復操作に必要な 11.4.2 項の EngRecovery 変数。

8.4 汎用装置運転モデル — 装置には ARAMS 状態モデルのほかにもさまざまな状態モデルがある。本項で示された状態モデル (図 3) は、ARAMS と装置の運転との関係を明確にするための高レベルなモデル例である。ARAMS では、汎用装置運転モデルと呼ばれる。