

SEMI E10-0304^E

半導体製造装置の信頼性, 有用性, 整備性の定義と測定のための仕様

免責事項: この SEMI スタンドは、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。

本仕様は、Global Metrics Committee で技術的に承認されたもので、North American Metrics Committee が直接責任を負うものである。現版は 2003 年 10 月 15 日 North American Regional Standards Committee にて承認されている。2004 年 2 月にまず www.semi.org で入手可能になり、2004 年 3 月発行に至る。初版は 1986 年発行、前版は 2001 年 7 月発行。

^E 本スタンドは 2004 年 2 月、前版の内容の一部削除を含む、編集上の修正が行われた。表 1, 表 R1-3, R1-7 に変更が加えられた。

1 目的

1.1 本文書では、製造環境において半導体製造装置の RAM パフォーマンス測定のためのスタンドを提供して、装置のユーザとサプライヤ間の意見の交換に共通の基盤を確立している。

2 範囲

2.1 本書では、あらゆる装置状況および時間が必ずどこかに類別される 6 つの基本的な装置状態を定義している。装置状態は誰が機能を実行するかに関係なく、機能的観点によって決定される。本仕様での装置信頼性の測定は、総経過時間に対する故障時間の関係ではなく、装置の稼動に対する装置の故障の關係に重点を置いている。

2.2 § 5 (装置状態) では装置の時間をどのように分類するかを定義している。§ 6 (RAM 測定) では装置パフォーマンスの計測に使われる公式を定義している。§ 7 (不確実性の測定) には計算されたパフォーマンスの測定基準の統計的重要性を評価する別の方法が書かれている。

2.3 この仕様を効果的に適用するには、装置パフォーマンス (RAM) を時間または装置サイクル、あるいはその両方に関してトラッキングする必要がある。装置状態を自動的に追跡するのは、本規格の範囲でなく、これは SEMI E58 で扱われている。ユーザとサプライヤの間で明確にそして効果的に意見が交換できれば、装置パフォーマンスが常に改善されることになる。

2.4 この仕様の RAM 指針は、装置全体やサブシステムレベルの時等、クラスタツールでない場合にも直接適用できる。また、RAM 係数は、マルチパスクラスタツールのサブシステムレベル (例えば、プロセスモジュール) でも適用できる。

注意: このスタン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 参照スタンド

3.1 SEMI スタンド

SEMI E58 — Automated Reliability, Availability, and Maintainability Standard (ARAMS)

注意: 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 定義

4.1.1 有用性 (availability) — 装置が必要に応じて所期の機能を実行できる状態にある確率。

注: SEMI による書面での了承なき場合は、本書の全部もしくは一部の転載を禁じる。

©Semiconductor Equipment and Materials International (<http://www.semi.org/>)

©SEMI ジャパン 〒102-0074 東京都千代田区九段南 4-7-15

4.1.2 クラスタツール (*cluster tool*) — 機械的につながれた集約処理モジュールで構成されている製造システム (モジュールのサプライヤは同じ場合も、同じでない場合もある)。

4.1.2.1 シングルパスクラスタツール (*single path cluster tool*) — 単一のプロセスフローを有するクラスタツールあるいはそのように使われる装置。

4.1.2.2 マルチパスクラスタツール (*multi-path cluster tool*) — 複数の独立なプロセスフロー (例えば、複数のロードポート/ロードロック、同じタイプの複数のプロセス室) を持つクラスタツールおよびそのように使われる装置。

4.1.3 サイクル (*cycle*) — 処理、製造、あるいは装置システムまたはサブシステムのテストステップという一連の完全な操作シーケンス (ユニットのロードおよびアンロードを含む)。単一ユニット処理システムでは、サイクル数は処理されるユニット数に等しい。バッチシステムではサイクル数は処理されるバッチ数に等しい。

4.1.4 ダウンタイム (*downtime (DT)*) — 装置が所期の機能を実行する状態にない、あるいは使用できない時間。非計画時間は含まない。

4.1.5 ダウンタイムイベント (*downtime event*) — 装置がアップタイム状態から計画あるいは非計画ダウンタイム状態のいずれかに移行する原因となる、装置にとって重大となる検出可能なイベント。

4.1.6 故障 (*failure*) — 装置が所期の機能を実行できなくなる状態に変化させる非計画なダウンタイムイベント。部品故障、ソフトウェアまたはプロセスレシピ問題、設備またはユーティリティサブライの機能不全あるいは人的エラーなどが故障の原因となる。

注 1: 問題解決と全体的な装置パフォーマンスの改善が容易に行えるような方法で故障を分類し限定することが重要である。本仕様の利用については、故障の分類に関してサプライヤとユーザ間で合意される必要がある。

4.1.7 装置関連の故障 (*equipment-related failure*) — 装置単独に起因する、装置が所期の機能を実行できなくなる状態に変化させるような非計画イベント

4.1.8 ホスト (*host*) — 監督するエージェントとして作動し、また装置に対して工場とユーザを代表する、装置と通信できるインテリジェントなシステム。

4.1.9 所期の機能 (*intended function*) — 装置が稼動するように作られた製造機能。これには、搬送装置の搬送機能および計量装置の測定機能、ならびに CVD やワイヤボンダーのようなプロセス機能も含まれる。複合装置は 1 つ以上の所期の機能を備えている。

4.1.10 整備性 (*maintainability*) — 装置が、所期の機能を指定された時間の間実行できる状態に保持できるかまたはその状態に回復できるかについての確率。

4.1.11 メンテナンス (*maintenance*) — 装置の所期の機能を果たせるような状況に装置を保持する行為、あるいはそのような状況に戻す行為。本書では、メンテナンスは組織ではなく機能をさしている; それには、誰が仕事を行うかには関係なく、調整、消耗品の交換、ソフトウェアの更新、修理、予防保守などが含まれる。

4.1.12 製造時間 (*manufacturing time*) — 製作時間および待機時間の合計。

4.1.13 非計画時間 (*non-scheduled time*) — 装置が製作に使用されると計画されていない時間。

4.1.14 オペレーション時間 (*operations time (oper-time)*) — 総時間マイナス非計画時間。

4.1.15 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。

4.1.16 プロダクト (*product*) — 制作時間内に制作されたユニット (ユニット参照)。

4.1.17 ランプダウン (*ramp-down*) — 実際のメンテナンス作業用の装置を準備するのに必要なメンテナンスプロシージャの一部。これにはバージ、冷却、暖機ソフトウェアのバックアップ、データの転送 (レシピやパラメータ) 等が含まれる。ランプダウンは計画的ダウンタイムおよび非計画ダウンタイムにのみ含まれる。

4.1.18 ランプアップ (*ramp-up*) — 実際のメンテナンス作業が完了した後、所期の機能を実行できるような状況に装置を戻すのに必要な、メンテナンスプロシージャの一部。これにはポンプダウン、暖機、安定処理時間、初期化ルーチン、ソフトウェアのロード、ソフトウェアのバックアップ、データの再転送 (レシピやパラメータ)、コントローラの

再起動等が含まれる。装置あるいはプロセス試験時間は含まない。ランプアップは計画的ダウンスタイルおよび非計画的ダウンスタイルにのみ含まれる。

4.1.19 信頼性(reliability) — 装置が、所定の状態で指定された時間内に所期の機能を実行できる確率。

4.1.20 シャットダウン(shutdown) — 非計画状態に入る時装置を安全な状況におくために必要な時間。これには安全な状況に至るのに必要なあらゆるプロセスが含まれている。シャットダウンは非計画時間にのみ含まれる。

4.1.21 仕様(装置オペレーション)(specification (equipment operation)) — ユーザとサプライヤの間で合意された、装置オペレーションに関して記述されている状況内での所期の機能についての文書。

4.1.22 スタートアップ(start-up) — 非計画状態から出る時、装置が所期の機能を果たすことができるような状況になるのに必要な時間。これにはポンプダウン、暖機、冷却、安定処理時間、初期化ルーチン、ソフトウェアのロード、ソフトウェアのバックアップ、データの再転送(レシピやパラメータ)、コントローラの再起動などが含まれる。スタートアップは非計画時間にのみ含まれる。

4.1.23 サポートツール(support tool) — 装置の一部ではないが、必要とされていて、通常のオペレーションの過程で装置と一体になるツール(例えば、カセット、ウェーハキャリア、プローブカード、コンピュータ化された制御装置/モニタ装置)。

4.1.24 総時間(total time) — 計測されているすべての時間(1日24時間、週7日)。総時間を正確に表示するには、6つの基本装置状態をすべて計上し、正確にトラッキングしなければならない。

4.1.25 トレーニング(オフライン)(training (off-line)) — オペレーション時間以外に行われる、装置の操作またはメンテナンスに関するスタッフ教育。オフライントレーニングは非計画時間にのみ含まれる。

4.1.26 トレーニング(オンザジョブ)(training (on-the-job)) — 通常の可動時間内に行われる、装置の操作またはメンテナンスに関するスタッフ教育。オンザジョブトレーニングは通常、オペレーションあるいはメンテナンス活動を中断せず、そのため、特に分類せずに(待機および非計画を除く)どんな装置状態にも含められる。

4.1.27 ユニット(unit) — ウェーハ、ダイ、パッケージされたダイ、もしくはその一部。

4.1.28 アップタイム(uptime) — 装置が所期の機能を果たせる状況にある時間。これには生産、待機およびエンジニアリング時間が含まれ、非計画時間は含まれない。

4.1.29 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で、装置と作用を及ぼし合うエンティティ。装置の観点からいうと、オペレータとホストの両方がユーザである。

4.1.30 ユーティライゼーション(utilization) — 装置が指定された時間内に、所期の機能を果たしている時間の割合。

4.1.31 確認稼動(verification run) — 装置が仕様規定値内で所期の機能を果たしていることを確認するための一度のサイクル(ユニットまたはユニットでないものを使用する)。

5 装置状態

5.1 装置パフォーマンス(RAM)をはっきり計測するために本書では、あらゆる装置の状況と時間が必ずそのうちのどれかに分類されなければならない、6つの基本的な装置状態を定義している。

5.2 装置状態は組織ではなく機能によって決定される。例えば、メンテナンスプロセスはオペレータ、製作技術者、メンテナンス技術者、あるいはプロセスエンジニアの誰が行うかには関係なく、同じように分類される。

5.3 図1は6つの基本装置状態のスタックチャートである。これらの基本装置状態は、製造オペレーションで望まれる装置トラッキング分解能を得るのに必要なだけの数のサブステートに分けられる。SEMI E10では考えられるサブステートすべてをリストアップしようとはしていないが、見本としていくつかの例を挙げてある。

5.4 基本状態およびサブステートの例に関連した時間のキープブロックは、図2に示されている。これらの時間ブロックは、本書に後述されているRAM計算式に用いられている。基本状態および実例準状態に関連した時間のブロックは、次項に記述されている。

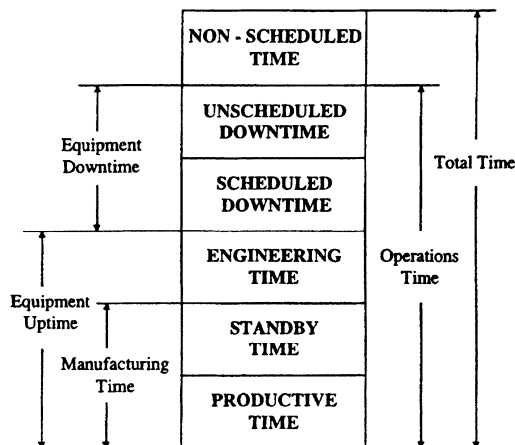


図 1
装置状態スタックチャート

5.5 **PRODUCTIVE STATE** — 装置が所期の機能を果たしている時間(生産時間)。生産状態には下記が含まれる:

- 通常の生産(ユニットのロード, アンロードを含む)
- 第三者のための作業
- やり直し
- 生産ユニットに関連して行うエンジニアリングラン(例えば, 分割ロットおよび新しいアプリケーション)

5.6 **STANDBY STATE** — 非計画時間以外の時間で, 装置が所期の機能を果たす状況にあり, 化学薬品および設備は使用可能であるが稼動はしていない時間, (待機時間)。待機状態には下記が含まれる:

- オペレータがいない(休憩, 昼食, 会議を含む)
- ユニットが得られない(計量機器などのサポート装置が使用できないために, ユニットが得られないのも含む)
- サポートツールがない(例えば, カセット, ウェーハキャリア, プローブカードなど)
- 情報システムからの入力がない(つまり, ホストコンピュータあるいはセルコントローラ)

5.7 **ENGINEERING STATE** — 装置は所期の機能を果たす状況にある(装置あるいはプロセスに問題がない)が, エンジニアリングテストを行うために稼動している時間(エンジニアリング時間)。エンジニアリング状態には下記が含まれる:

- プロセスエンジニアリング(例えば, プロセス評価)
- 装置エンジニアリング(例えば, 装置の評価)
- ソフトウェアエンジニアリング(例えば, ソフトウェアの評価)

5.8 **SCHEDULED DOWNTIME STATE** — 予定されたダウンタイムの出来事のため, 装置が所期の機能を果たせない時間(計画ダウンタイム)。計画ダウンタイム状態には下記が含まれる:

- メンテナンスの遅れ(maint-delay)
- 生産テスト
- 予防保守
- 消耗品/化学薬品の交換
- セットアップ

- 設備関連 (fac-rel)

5.8.1 **メンテナンスの遅れ (Maintenance Delay)** — 装置が、メンテナンスに関係のあるユーザあるいはサプライヤのスタッフあるいは(消耗品／化学薬品を含む) 部品のどれかを待っているため、所期の機能を果たせない時間 (maint-delay ダウンタイム)。メンテナンスの遅れは、装置装置をダウン状態にしておいて、メンテナンスを後回しにしようという管理上の決定が原因のこともある。

5.8.1.1 メンテナンスの遅れはメンテナンスプロセスのあらゆる時点で発生する可能性がある。それはメンテナンス時間とは別個にトラッキングしなければならない。遅延時間はオフライン時間に含まれるが、修理時間には含まれない(¶6.3 および¶6.4 の装置使用可能性ならびに整備性参照)。

5.8.2 **生産テスト (Production Test)** — 装置オペレーションの仕様書に定義されている通り、装置が所期の機能を仕様書の限度内で果たしていることを確認するために、ユニットの評価をする予定された装置の使用中断の時間(生産試験ダウンタイム)。これには、生産稼動と平行して、あるいは生産稼動に影響を与えないで行える試験を含まないし、予防保守、セットアップ、修理プロシージャの後に行われる試験も含まない。

5.8.3 **予防保守 (Preventive Maintenance)** — 下記の時間(予防保守ダウンタイム)を合わせたもの:

- 予防処置: オペレーション中に装置が故障を起こす事態を減らすために一定の間隔で行われる、(装置ランプダウンおよびランプアップを含む) 前もって定義されたメンテナンスプロシージャ。一定の間隔は時間、装置サイクル、あるいは装置の状況に基づく。
- 装置テスト: 装置の機能性を実際に示すための装置オペレーション; (例えば、システムが基準圧力に達する、ウェーハが問題なく搬送される、ガスのフローが正確である、プラズマが発生する、電源電圧が既定値になる、等)。
- 確認稼動: 装置が仕様書の範囲内で所期の機能を果たせるようにするために予防処置の後で行われるユニットの処理および評価。

注 2: 装置サプライヤは、前もって決められた装置パフォーマンスレベルを得るために予防保守プログラムを規定する責任がある。ユーザは、サプライヤにそのパフォーマンスレベルを満足させるあるいは向上させてもらいたいなら、勧告されたプログラムからの逸脱をすべて見つける義務がある。

5.8.4 **消耗品／化学薬品の交換 (Change of Consumables/Chemicals)** — 半導体処理の原料を補充するために計画されたオペレーションの中断の時間(消耗品／化学薬品の交換ダウンタイム)。これにはガス容器、酸、ターゲット、ソース等の交換、および通常こういった交換に関連しているページ、清掃、フラッシュが含まれる。こういった消耗品／化学薬品を取ってくる際の遅れは含まれない。

5.8.5 **セットアップ (Setup)** — 下記の時間(セットアップダウンタイム)を合わせたもの:

- コンバージョン: プロセス、ユニット、パッケージ外形等の変更に応じて必要な製造装置の再調整に要する時間(改造、際組み立ておよびグレードアップを除く)。
- 装置テスト: 装置の機能性を実際に示すための装置オペレーション; (例えば、システムが基準圧力に達する、ウェーハが問題なく搬送される、ガスのフローが正確である、プラズマが発生する、電源電圧が既定値になる、等)。
- 確認稼動: 装置が仕様書の範囲内で所期の機能を果たせるようにするために予防処置の後で行われるユニットの処理および評価。

注 3: 装置サプライヤは前もって決定された仕様内でセットアップコンバージョンおよび試験を行えるプロシージャを提供する責任がある。セットアップが仕様基準内に入るようサプライヤに期待するなら、ユーザはプロシージャからの逸脱をすべて見つける義務がある。

5.8.6 **設備関連 (Facility Related)** — 仕様から外れた設備のためだけに装置が所期の機能を果たせない時間(設備関連ダウンタイム)。設備には下記が含まれる:

- 環境条件: (例えば、温度、湿度、振動、パーティクル数等)
- 室内接続状況: (例えば、電源、冷却水、ガス類、排気、液体窒素など)

- 他の装置あるいはホストコンピュータとの通信リンク

5.8.6.1 上記の項目が原因で生じたダウンタイムは設備関連のダウンタイムに含める。例えば、計画されていた 15 分の停電の結果、クライオポンプの再生が必要になったとすると、装置が所期の機能を果たせるような状況に戻るまでにかかった時間はすべて設備関連のダウンタイムに含められる。

5.9 **UNSCHEDULED DOWNTIME STATE** — 予定外のダウンタイムイベントのために装置が所期の機能を果たせる状況にない時間(計画外ダウンタイム)：

- メンテナンスの遅れ (maint-delay)
- 修理
- 消耗品／化学薬品の交換
- スペック外入力
- 設備関連 (fac-rel)

5.9.1 **メンテナンスの遅れ (Maintenance Delay)** — 装置は、メンテナンスに関係のあるユーザあるいはサプライヤのスタッフあるいは(消耗品／化学薬品を含む)部品のどれかを待っているため、所期の機能を果たせない時間 (maint-delay ダウンタイム)。メンテナンスの遅れは、装置をダウン状態にしておいて、メンテナンスを後回しにしようという管理上の決定が原因のこともある。

5.9.1.1 メンテナンスの遅れはメンテナンスプロセスのあらゆる時点で発生する可能性がある。それはメンテナンス時間とは別個にトラッキングしなければならない。遅延時間はオフライン時間に含まれるが、修理時間には含まれない(¶6.3 および¶6.4 の装置使用可能性ならびに整備性参照)。

5.9.2 **修理 (Repair)** — 下記の時間(保守ダウンタイム)を合わせたもの：

- 診断：装置の問題点あるいは故障の原因を見つけるプロシージャ。
- 修理作業：装置の故障を特定し、所期の機能を果たせるような状況に装置を戻すために行われるメンテナンスプロシージャ(装置ランプダウンおよびランプアップ、リブート、リセット、リサイクル、リスタート、前のバージョンのソフトウェアに復帰するなどを含む)。
- 装置テスト：装置の機能性を実際に示すための装置オペレーション；(例えば、システムが基準圧力に達する、ウェーハが問題なく搬送される、ガスのフローが正確である、プラズマが発生する、電源電圧が既定値になる)。
- 確認稼動：装置が仕様書の範囲内で所期の機能を果たせるようにするために予防処置の後で行われるユニットの処理および評価。

5.9.3 **消耗品／化学薬品の交換 (Change of Consumables/Chemicals)** — 半導体処理の原料を補充するための計画外オペレーションの中断時間(消耗品／化学薬品の交換ダウンタイム)。これにはガス容器、酸、ターゲット、ソース等の交換、および通常こういった交換に関連しているパージ、清掃、フラッシュが含まれる。こういった消耗品／化学薬品を取ってくる際の遅れは含まれない。

5.9.4 **スペック外入力 (Out of-Spec Input)** — 仕様規定値外、あるいは誤った入力のために発生した問題の結果だけが原因で、装置が所期の機能を果たせない時間(スペック外入力ダウンタイム)。こういった入力には下記が含まれる：

- サポートツール：(例えば、歪んだカセットあるいはウェーハキャリア、誤ったプローブカード、あるいはレチクル等)。
- ユニット：(例えば、上流側プロセスの問題点、歪んだウェーハ、汚染されたウェーハ、歪んだリードフレームなど)。
- 試験データ：(例えば、校正していない計量機器、チャートの誤読、データの解釈エラー／入力エラーなど)。
- 消耗品／化学薬品：(例えば、汚染された酸、漏洩しているターゲットボンド、劣化しているフォトレジスト、劣化しているモールドコンパウンド等)。

5.9.4.1 上記の項目が原因で生じたダウンタイムはすべて、スペック外入力ダウンタイムに含める。例えば、プローブカードのショートによりプローブやテスターシステムの修理が必要になったとすると、問題を突き止める前に発生したダウンタイムは(スペック外)入力ダウンタイムとして再分類される。

5.9.5 設備関連(Facility Related) — 仕様から外れた設備のためだけに装置が所期の機能を果たせない時間(設備関連ダウンタイム)。設備には下記が含まれる:

- 環境条件:(例えば、温度、湿度、振動、パーティクル数)
- 室内接続状況:(例えば、電源、冷却水、ガス類、排気、液体窒素)
- 他の装置あるいはホストコンピュータとの通信リンク

5.9.5.1 上記の項目が原因で生じたダウンタイムは設備関連のダウンタイムに含める。例えば、計画されていた 15 分の停電の結果、クライオポンプの再生が必要になったとすると、装置が所期の機能を果たせるような状況に戻るまでにかかった時間はすべて設備関連のダウンタイムに含められる。

5.10 NON-SCHEDULED STATE — (シャットダウンおよびスタートアップを含めた)休止シフト、週末、および祝日などの、装置が生産に使用されると計画されていない時間(非計画時間)。

5.10.1 通常の予防保守計画ではできないオフライントレーニングあるいは設置、改造、再組み立て、あるいはグレードアップ(ハードウェアならびにソフトウェア)のために装置が生産計画から外れている場合には、そのステータスは非計画状態である。これには、こういった状態から、所期の機能が果たせるような状況に装置を持っていくのに必要な限定された時間が含まれる。

5.10.2 この時間内に装置に対して行われたメンテナンスは非計画状態にはカウントできない。なぜなら、メンテナンスはすべて計画ダウンタイムか計画外ダウンタイムのどちらかに分類されなければならないからである(これにはプログラムされたクライオポンプの再生といった自動メンテナンスルーチンも含まれる)。

5.10.3 同様に、この時間内に行われた生産作業あるいはエンジニアリング作業はすべて、生産タイムあるいはエンジニアリングタイムのどちらかに分類されなければならない(これには「定時後」に自動的に停止する無人オペレーションも含まれる)。

6 RAM 測定

6.1 信頼性、有用性、および整備性はこの数十年間、業界で広く使われてきた装置パフォーマンスの尺度である。本項では既存の工業スタンダードに一致する方法で、半導体産業のためにそれらを定義している。RAM の定義とともに、これらの測定が定量化できるように指標が与えられている。

6.2 EQUIPMENT RELIABILITY (装置信頼性) — 装置の信頼性とは、装置が規定条件内で規定された時間、所期の機能を果たす確率をいう。

注 4: この測定法としては生産時間(¶6.2.1 および¶6.2.2)と装置サイクル(¶6.2.3 および¶6.2.4)という 2 つの異なった方法が書かれている:

- 生産時間ではユニットを作っている間に起きることだけを考える(製造オペレーション用に便利である)
- 装置サイクルはあらゆる装置状態でマシンサイクルごとに生じる摩耗と消耗を考慮に入れる(装置信頼性用に便利である)

6.2.1 MTBF_p — Mean (productive) time between failures (平均故障間隔(生産)時間); 装置が故障と故障の間に所期の機能を果たしている時間の平均値; 全生産時間をその間の故障回数で割った値。この計算には生産時間のみが含まれる。ある状態から生産状態へ変わろうとした時に発生する故障はこの計算に含まれる。そのため、MTBF_pを使うには、ユーザは故障情報を把握する能力だけでなく、総時間を正確にトラッキングして分類する能力も必要となる。

$$MTBF_p = \frac{\text{生産時間}}{\text{生産時間中の故障回数}}$$

6.2.2 $E-MTBF_p$ – Mean (productive) time between equipment related failures (平均装置関連の故障間隔 (生産) 時間); 装置が、これらの装置関連の故障と故障の間に所期の機能を果たしている時間の平均値; 生産時間をその間の装置関連の故障回数で割った値。この計算には生産時間のみが含まれる。ある状態から生産状態へ変わろうとした時に発生する装置関連の故障はこの計算に含まれる。そのため、 $E-MTBF_p$ を使うには、ユーザは故障情報を把握する能力だけでなく、総時間および故障の根源を正確にトラッキングして分類する能力も必要となる。

$$E-MTBF_p = \frac{\text{生産時間}}{\text{生産時間中の装置関連の故障回数}}$$

6.2.3 $MCBF$ – Mean cycles between failures (平均故障間隔内サイクル); 故障と故障の間の装置サイクルの平均値; 総装置サイクルをそのサイクルの中で起きた故障の回数で割った値。この計算は装置状態にかかわらず、考えられているシステムあるいはサブシステムが行うサイクルはすべてこの計算に含まれる。これには装置状態のトラッキングは必要ではなく、装置サイクルと装置の故障だけが必要とされる。

$$MCBF = \frac{\text{装置サイクル総計}}{\text{故障数}}$$

6.2.4 $E-MCBF$ – Mean cycles between equipment related failures (平均装置関連故障間隔内サイクル); 装置関連の故障と故障の間の装置サイクルの平均値; 総装置サイクルをそのサイクルの中で起きた装置関連の故障の回数で割った値。この計算は装置状態を超越しており、考えられているシステムあるいはサブシステムが行うサイクルはすべてこの計算に含まれる。これには装置状態のトラッキングは必要ではなく、装置サイクルと装置関連の故障とその根源だけが必要とされる。

$$E-MCBF = \frac{\text{装置サイクル総計}}{\text{装置関連の故障数}}$$

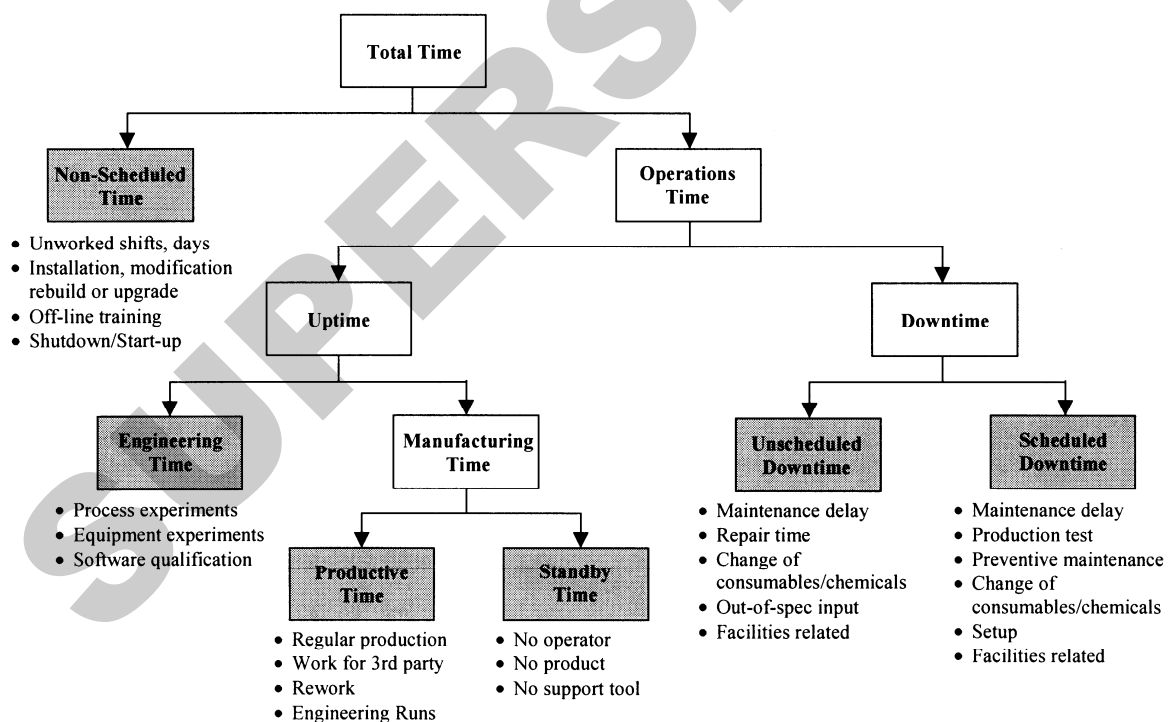


図 2
SEMI E10 時間の要約

6.3 **EQUIPMENT AVAILABILITY (装置有用性)** – 装置有用性とは、要求された時に装置が所期の機能を果たすことができる状態にある確率。

6.3.1 **装置依存アップタイム (Equipment Dependent Uptime)** – オペレーション時間から、すべてのメンテナンスの遅れによるダウンタイム、スペック外入力ダウンタイム、設備関連のダウンタイムの合計を引いた時間の間に、装置が所期の機能を果たす状態にある時間のパーセント。この計算は装置の効用だけを基にして装置の信頼性および整備性を反映させるためのものである。

$$\text{装置依存アップタイム (\%)} = \frac{\text{装置アップタイム} \times 100}{(\text{オペレーション時間} - (\text{全メンテナンス遅れ} + \text{DT} + \text{スペック外入力} + \text{DT} + \text{設備関連DT}))}$$

6.3.2 **サプライヤ依存アップタイム (Supplier Dependent Uptime)** – オペレーション時間から、ユーザメンテナンスの遅れによるダウンタイム、スペック外入力ダウンタイム、設備関連のダウンタイムの合計を引いた時間の間に、装置が所期の機能を果たす状態にある時間のパーセント。この計算ではユーザメンテナンスの遅れだけが引かれるので、サプライヤのパーツおよびサービスの遅れを考慮に入れることができる。これはサプライヤサービス契約を使って効果的なパフォーマンス測定を行うためである。

$$\text{サプライヤ依存アップタイム (\%)} = \frac{\text{装置アップタイム} \times 100}{(\text{オペレーション時間} - (\text{ユーザメンテナンス遅れ} + \text{DT} + \text{スペック外入力} + \text{DT} + \text{設備関連DT}))}$$

6.3.3 **オペレーションアップタイム (Operational Uptime)** – オペレーション時間の間に装置が所期の機能を果たす状態にある時間のパーセント。この計算は装置の全体的なオペレーションパフォーマンスを反映させるためのものである。

$$\text{オペレーションアップタイム (\%)} = \frac{\text{装置アップタイム} \times 100}{\text{オペレーション時間}}$$

6.4 **EQUIPMENT MAINTENABILITY (装置整備性)** – 規定された時間内に、所期の機能を果たせる状態に装置を保持する、あるいは復元させる確率。

6.4.1 **MTTR – Mean time to repair (平均修理時間)**; 故障を修理して所期の機能を果たせるような状態に装置を戻すのにかかる平均時間; 規定時間 (装置およびプロセス試験時間を含むが、メンテナンスの遅れによるダウンタイムは含まない) 内に費やした全修理時間 (経過時間であり、必ずしも総人時ではない) の合計を、その時間内に起きた故障数で割った値。

$$\text{MTTR} = \frac{\text{総修理時間}}{\text{故障数}}$$

6.4.2 **E-MTTR – Mean time to repair equipment related failures (平均的な装置関連故障の修理時間)**; 装置関連の故障を修理して所期の機能を果たせるような状態に装置を戻すのにかかる平均時間; 規定時間 (装置およびプロセス試験時間を含むが、メンテナンスの遅れは含まない) 内に費やした全装置関連修理時間 (経過時間であり、必ずしも総人時ではない) の合計を、その時間内に起きた装置関連故障数で割った値。

$$\text{E-MTTR} = \frac{\text{装置関連故障の総修理時間}}{\text{装置関連の故障数}}$$

6.4.3 **MTOL – Mean time off-line (オフライン平均時間)**; ダウンタイムが発生した場合、所期の機能を果たせる状態に装置を維持する、あるいはその状態に戻すための平均時間; 規定された時間内の総ダウンタイム (計画および未計画) の合計を、その時間内に発生したダウンタイムの回数で割った値。

$$\text{MTOL} = \frac{\text{装置ダウンタイム総計}}{\text{DT発生回数}}$$

6.4.4 **装置依存計画ダウンタイム (Equipment Dependent Scheduled Downtime)** – 予備保守のような計画されたダウンタイムによって、装置が所期の機能を果たせない時間のパーセント。この時間にはサプライヤまたはユーザ

のどちらかに起因したすべての保守による遅れのダウンタイムは含まない。この計算は、装置の設計だけを基にして予備保守の必要性を反映させるためのものである。

$$\text{装置に依存した計画ダウンタイム(\%)} = \frac{\text{装置の計画的ダウンタイム} \times 100}{(\text{オペレーション時間} - (\text{全メンテナンス遅れ DT} + \text{スペック外入力 DT} + \text{設備関連 DT}))}$$

6.4.5 サプライヤ依存ダウンタイム (Supplier Dependent Scheduled Downtime) — 予備保守のような計画されたダウンタイムによって、装置が所期の機能を果たせない時間のパーセント。この時間にはユーザに起因したすべての保守による遅れのダウンタイムは含まない。この計算は、装置の設計およびサービスに対するサプライヤの対応だけを基にして予備保守の必要性を反映させるためのものである。

$$\text{サプライヤ依存計画ダウンタイム(\%)} = \frac{\text{装置計画ダウンタイム} \times 100}{(\text{オペレーション時間} - (\text{ユーザメンテナンス遅れ DT} + \text{スペック外入力遅れ DT} + \text{設備関連 DT}))}$$

6.5 EQUIPMENT UTILIZATION (装置利用性) — 規定された時間内に装置が所期の機能を果たしている時間のパーセント。

6.5.1 オペレーション利用性 (Operational Utilization) — オペレーション時間内の生産時間のパーセント。この計算には非計画時間が含まれないので、さまざまな作業シフトを持つオペレーション間で装置の利用性を比較するのに使われることになっている。

$$\text{オペレーション利用性(\%)} = \frac{\text{生産時間} \times 100}{\text{オペレーション時間}}$$

6.5.2 総利用性 (Total Utilization) — 総時間内の生産時間のパーセント。この計算には非計画時間が含まれないので、さまざまな作業シフトを持つオペレーション間で装置の利用性を比較するのに使われることになっている。

$$\text{総利用性(\%)} = \frac{\text{生産時間} \times 100}{\text{総時間}}$$