

SEMI T17-0706

基板トレーサビリティの仕様

本スタンダードは、global Traceability Committee で技術的に承認されている。現版は 2006 年 5 月 16 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2006 年 6 月に www.semi.org で、そして 2006 年 7 月に CD-ROM で入手可能となる。

1 目的

1.1 本書の趣旨は、SEMI T13 デバイストラッキング (Device Tracking) におけるダイ・トレース・データ (Die Trace Data) の標準のデータ表現方法とその通信を、特に基板のトレーサビリティに限って明確にするものである。本スタンダードの最終目標は SEMI T13 に書かれているように、半導体素子、フラットパネルディスプレイ (FPD) 素子や MEMS 素子のトレーサビリティを実現することである。本スタンダードはウェーハやその他の SEMI T13 の定義範囲内の基板に特化したトレーサビリティの一翼を説明するものである。本書は装置や Die Trace Machine (ダイ・トレース情報の一次収集を担う機器/人員) の管理の及ぶ範囲の基板やその基板に関する関連事項に SEMI T13 を適用するものである。

2 範囲

2.1 本書は SEMI T13 に準じて行われる機器上の基板のトレース (追跡) に関する機能の実現に必要なデータの表現方法、通信方法、関連事項を規定するものである。本書は主目的がトレーサビリティを逸脱するような、いかなる事項 (例えば、生産の実施やマーケティング、安全) も規定するものではない。

注意: 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 制限

3.1 本書は半導体素子、FPD、MEMS 素子用の生産ライン、ならびに、そこで使われる生産用装置への適用を意図して書かれたものである。本規定をプリント基板 (PCB) 用組み立てシステムなど、他の生産ラインへ適用することは、そのために特段の配慮を払えば恐らく可能である。しかしながら、本書の考え方は当初、半導体、FPD、MEMS 素子用の生産系以外の類似の系に対する十分な配慮を特に行なった訳ではない。

4 参照スタンダード

4.1 SEMI スタンダード

SEMI E39 — Object Service Standard: Concept, Behavior and Services (OSS)

SEMI E98 — Provisional Specification of Object Based Equipment Model (OBEM)

SEMI T7 — Specification for Back Surface Marking of Double-Side Polished Wafers with a Two-Dimensional Matrix Code Symbol

SEMI T12 — Specification for Tracing Jigs and Implements

SEMI T13 — Specification for Device Tracking: Concepts, Behavior and Services

SEMI T14 — Specification for Micro ID on 300 mm Silicon Wafers (including such sub-documents as SEMI T14.1)

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。

5 用語

5.1 略語および頭字語

5.1.1 なし。

5.2 定義

5.2.1 **構成要素 (component)** — 装置を分解して得られる構成単位。ここで言う単位とは取替え可能、あるいは保守/管理可能であり、装置にとって本質的なものもあれば、任意とされるものもある。

5.2.2 **消耗部品 (consumable part)** — ボンディングワイヤなどのコンテナやマガジンに納まる消費部材、あるいは化学物質材料のような装置内で繰り返し利用される消耗材料。家庭や会社内の分かりやすい例を挙げると、インクトナー・カートリッジやドット・インパクト・インクリボンが相当する。

5.2.3 **治具 (Jig)** — 装置または複数の装置で材料の検査、あるいは加工を支援する用途のアタッチメント (SEMI T12 で規定の通り)。

5.2.4 **部品 (part)** — 装置上の取替え可能、あるいは保守可能な構成単位、もしくはそれを組み合わせたもの。トレーサビリティの観点からすると、治具や構成要素、消耗部品の総称でもある。

5.2.5 **基板 (substrate)** — SEMI T13 が定義するような、下地となる層を形成する材料、すなわち半導体素子を載せる、あるいはその上で半導体素子を形成する板状のもの。

5.2.6 **基板移載機構 (substrate handler)** — 基板を物理的に移動・移載するもの (例えばエンドエフェクタやロボットアーム、搬送モジュール、移載用スロット/テーブル)。基板トレーサビリティ用掌握位置 (基板の居場所) として個々のものを区別することもあれば、そうではないこともある。

5.2.7 **基板保持部 (substrate holder)** — 一時的に基板を物理的に保持するもの (例えば、基板用キャリアのスロットやサセプタ、基板支持台、処理モジュール)。これは通常は基板移載位置 (基板トレーサビリティ用掌握位置/基板の居場所) として扱われるが、基板移載機構はその意味から基板移載位置として扱われることもある、そうでないこともある。

5.2.8 **基板処理指示情報 (substrate prescription)** — 基板を処理する際の処理方法を表すもの (例えば処理レシピやピン・コード・マップ)。通常、特殊な言語で書かれた指示であったり、パラメータの表、画像データが含まれることもあるデータ配列、あるいはそれらの組み合わせである。1台の装置内である基板をひと通り処理するレシピのこともあれば、1プロセスモジュールを対象とした部分レシピのこともある。

5.2.9 **基板処理部 (substrate processor)** — ある種の基板保持部で、その上 (内) で基板の処理を行うもの。

5.2.10 **基板処理部構成要素 (substrate processor component)** — 基板処理機構を形成する構成要素や治具、部品のことで、偶然、あるいは恣意的に処理や下準備に使われる。

5.2.11 **基板処理用材料 (substrate processing material)** — 基板そのものは含まれないが、基板の処理に使われる材料で、材料自体の識別が可能なものを指す。

5.2.12 **基板処理用パラメータ (substrate processing parameter)** — 元々の基板処理指示情報に含まれるパラメータに対して、調整や変更、差し替えを行なう (行なった) パラメータ。

5.2.13 **基板トレーサビリティ用掌握位置 (substrate traceability location)** — ダイ・トレース・マシン (Die Trace Machine) の内部、あるいはその管理が及ぶ範囲内の基板が留まる位置 (基板の居場所)。

5.2.14 **基板トレーサビリティ用掌握位置識別子 (substrate traceability location ID)** — 基板トレーサビリティ用掌握位置を、ある定まった範囲内で区別するための識別番号 (記号)。通常は基板トレーサビリティ用掌握位置の名称とダイ・トレース区域担当名 (die tracer) の組み合わせで表す。 (基板の居場所のID)

5.2.15 **基板トレーサビリティ用掌握位置名 (substrate traceability location name)** — 基板の物理的な位置をユニークに区別するための基板トレーサビリティ用掌握位置 (基板の居場所) の名称。

注 1: 最新の SEMI 用語集 (COT) の用語リストとそこでの定義を参照のこと。

6 表記法

6.1 本項は本文書で使う表記法を定義する。

6.1.1 複合属性の要素 (Components of Complex Attributes) — 表中で定義するオブジェクトの属性名は左詰めとする。複合属性の個々の要素は右詰めとし、出現順にその複合属性の下欄に記すものとする。

6.1.2 オブジェクトの正式名 (Formal Name of an Object) — オブジェクトの正式名を引用する場合は語頭を大文字とする。同様な語頭の大文字表現はエンティティ(実体や概念)を論じる際も通常、用いられる。一般物(市街: cities の様な)に関して記述する際は小文字が用いられるが、特定のもの(ニューヨーク市: New York City)を注目する場合は、語頭は大文字とする。

6.1.3 オブジェクトに関する表記法 (Object Conventions) — 本文書は SEMI E39 で定着したオブジェクトの表記法に従うものとする。それにはオブジェクト図類、オブジェクトの用語、標準化オブジェクトの要件も含まれる。それに従い、表記法は Unified Modeling Language (UML)¹を基にするものとする。

6.2 状態モデルの表記法

6.2.1 本文書はオブジェクトに規定される動的な挙動を表現するためにハーレル状態図の記法を用いるものとする。本表記法の概要は SEMI E30 の付属書に記される。本記法の公式な規定は“State charts: A Visual Formalism for Complex Systems”²に記される。

6.2.2 ハーレルの記法による状態図には限られた寿命を持つ実体に付きものの、「生成」や「消滅」の概念はない。非永続オブジェクトはそのようなもので、個々に新たなオブジェクトが生成される際に同一状態モデルのコピーが使われる。UML表記法の状態図の記述の通り、黒丸を円で囲んだ記号をエンティティの消滅の表現に使用する。黒丸は状態図への入り口を表す(エンティティの生成)。

6.2.3 状態図の補完に遷移表を用い、各々の状態遷移の特質を示す。遷移表には遷移番号、元の状態、トリガ、遷移後の状態、動作、備考記事の欄を設ける。「元の状態」の間に遷移を導く「トリガ(3列目の欄)」が発生する。ここで行われる「アクション(5列目の欄)」は以下の組み合わせである:

- 元の状態を飛び出す際に行われる動作
- 遷移後の状態に飛び込む際に行われる動作
- 遷移に強く関連して行われる動作
- ただし、上記は区別されない。

番号	元の状態	トリガ	遷移後の状態	動作	備考記事

6.3 サービスメッセージの表記 — サービスは装置やホストが提供することになる関数やメソッドである。サービスメッセージは、常に返答を必要とする要求メッセージか、返答が特に必要ではない通知メッセージのいずれかである。

6.3.1 サービスの定義

6.3.1.1 サービス定義表は想定するサービスリソースに対応するメッセージ揃えを、以下の表の様に仕様するものである:

サービスメッセージ名	形態	説明

¹ Unified Modeling Language (UML) “OMG Unified Modeling Language Specification” Version 1.4, 2001; <http://www.omg.org>

² D. Harel, “State charts: A Visual Formalism for Complex Systems”, *Science of Computer Programming* 8, 1987.

6.3.2 形態は“N” = 通知 か “R” = 要求である。

6.3.3 通知の形態をとるメッセージはサービスの提供側(例えば装置)から発せられ、提供側は利用側の返答を貰えるとは望まないものである。要求メッセージはサービスの利用者(例えばホスト)から発せられる。要求メッセージは提供側にデータ、あるいは動作を求めるものである。要求メッセージは決められた返答メッセージ(メッセージの内容は予め分かっている)を待つものである。

6.4 サービスのパラメータの定義集

6.4.1 サービスのパラメータ定義表はサービスで使うパラメータの説明、形式、取り得る値を下記の表の様に定義するものである:

パラメータ名	説明	形式: 取り得る値

6.4.2 サービスのパラメータ毎に表の 1 行分を充てる。

6.5 サービスメッセージの定義

6.5.1 サービスメッセージ定義表は下記の表の様に、サービスのパラメータを仕様するものである:

パラメータ	Req/Ind	Res/Cnf	記事

6.5.2 REQ/IND や RSP/CNF 記された欄はメッセージの流される方向に対応する。開始側から発せられたメッセージを「要求(Request)」と言う。受信側ではこのメッセージを「指示(Indication)」と呼ぶが要求である。受信側は「応答(Response)」を送ることがあるが、これは最初の送信側で言えば「確認(Confirmation)」である。

6.5.3 下記の記号はREQ/INDとRSP/CNF欄に現れるものであり、パラメータの定義に使われる(例えば、各々のパラメータは各方向でどう使われるか):

M	必須なパラメータ — 有効な値を用いなければならない。
C	条件依存パラメータ — ある状況下では存在するが、そうでない場合は存在しない。値があり得るかは任意であったり、別のパラメータに依存することもある。
U	ユーザ定義のパラメータ。
-	パラメータは使われない。
=	(応答のみ) 応答でのこのパラメータの値は元々の発信側のパラメータ(がある場合)と同等でなければならない。

7 一般要求事項

7.1 確実な装着手段 (Means to Confirm Installation) — 部品が物理的にも論理的にも装置上の本来の予定された位置に取り付けられなければならない。更に、その部品がその装置で平常時に持つ役割に基づく論理的な機能を判別できなければならない。確実な装着と判別のためには、装置内部(と部品)を対比させるためのモデルはSEMI E98 (Object Based Equipment Model) を仕様のこと。

7.2 識別手段 (Means to Identify) — 装置は部品を識別する何らかの手段を用意しなければならない。無線タグやバーコードの物理的な読み取り機なども知れないし、装置の構造/構成を表す予め把握している編成データや管理システムから言い渡される方法、作業者の入力情報/選択入力、等々があり得る。

7.3 通信手段 (Means to Communicate) — 本文書の目的のため、個々の装置およびそれを管理するシステムは、その間で何らかの通信手段を用意しなければならない。

8 概要

8.1 半導体製造系に於ける基板(Substrates on Semiconductor Manufacturing Systems) — 電子機器を構成する素子は通常、ウェーハと呼ばれるシリコン基板の様な半導体材料上に形成される;基板の種類は素子の種類に依存する(例えばFPD素子用のガラス基板)。基板が個片に切り分けられるまでに、製造処理工程のみならず測定・検査・テスト工程がその表面で行われる。素子の製造工程のトラッキングを行なおうとすると、基板を追跡することに帰着することになる。トレーサビリティ情報の収集、あるいは問い合わせを行なうには、できる限り共通のデータ表現と通信手段を定めるのが望ましい。本書はそれをSEMI T13に従うものとして規定するものである。

8.2 基板のトレーサビリティに関わる事物(Entities Related to Substrate Traceability) — 生産ラインでの基板のトレーサビリティ・システムに求められる最低限しなければならないことは、基板が、いつ・どこで、いずれ(どの基板)が、何で、どの様に処理され、何かいつもと違うことが起こらなかったかの情報を収集することである。装置内外の事物がその基板に関わるものであるから、そのことを区別・分類・整理し、基板との関わりや相互作用を同時に浮かび上がらせることが必要である(例えば、どんな時に、どんな役割をどの設定値と、どのくらいの期間、どのくらいの多さで、どのくらいの強度でなど)。その関わる事物とは材料のこともある。その材料が区別できるものであれば、そのIDや何らかのIDを代用するものはトレーサビリティ情報の一部と言うことになる。識別が難しい場合であれば、薬液交換の日付や時間のような状況や環境に関わる情報がその役割を担うことになる。

8.3 基板のトレーサビリティに関わるイベント(Events Related to Substrate Traceability) — 基板そのものや、処理や搬送や保持などを行う基板周囲の環境に何らかの事象が起こることがある。環境とは処理/搬送/保持を行う空間や、それを提供する処理モジュールや搬送モジュール、ロードポートなどであるかも知れない。イベントは、例外事象に伴うものも含め、基板のトレーサビリティにとって非常に重要なものである。それは環境が基板に対して何かを施しているかいないか、基板を保持しているかいないか、基板がそこには存在してはいないかどうかには関わらない。その中には、基板を処理するコンテキスト(前後関係や流れ)を物語っているものもある。コンテキストが異なれば、例え環境が基板に同じことをしていようと別の意味に扱うこともある。

9 概念

9.1 基板トレーサビリティに関わるデータ(Data of Substrate Traceability) — 基板のトレーサビリティはダイのトレースすなわちデバイス・トラッキングの 1 分野として実現される。ダイのレベルのトレーサビリティと一貫性を持たせるため、本規定はSEMI T13を応用し、内容とモデルの一部を参照するものである。

9.1.1 Circuit Moduleと見なされる基板(Substrate as Circuit Module) — 基板を汎化(一般化)して得られる特徴をみるとSEMI T13 の Circuit Moduleの概念に従ってモデリングできることがわかる。サブクラス‘Substrate’が以下の図に登場するが、この図はSEMI T13 の § 9.5 の図に似たものとなっている。そのスタンダード(T13)ではSubstrate(基板)はその上でデバイスを形成する、あるいはデバイスを搭載しうる何らかの下地材料とされる。Carriage(搬送用器)はそこでは 3 次元の要素が許されているが、一方、ここでのSubstrateは裏面の存在を考えても構わないものの、平面を持つものに性質に限定されている。同時に、ここでのSubstrateは、カセットやトレー・テープ等のような単なる運搬用のものを意図してはいない。図が示すようにSEMI T13 ではSubstrate(基板)の持つ性質に係わるデータはダイ・トレース・データ(Die Trace Data)と考えることができると述べられているが、それは、SubstrateはCircuit Module(回路モジュール)を継承しているからである。基板のトレース情報はダイのトレーサビリティ・データ、すなわちDie Trace Data の一部となるので基板の居場所に関わる情報をトレースすることはダイのトレース、すなわちデバイス・トラッキングを行なっていることになる。