

SEMI T13-1104

デバイストラッキング:概念, 動作, サービスの仕様

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、Global Traceability Committee で技術的に承認されたもので、Japanese Traceability Committee が直接責任を負うものである。現版は 2004 年 4 月 30 日 Japanese Regional Standards Committee にて承認されている。2004 年 6 月にまず www.semi.org で入手可能になり、2004 年 6 月発行に至る。

注意: SEMI T13.1 および SEMI T13.2 が新たに開発されたことにより、1104 の出版サイクルにて SEMI T13 の規格表示が改訂された。

1 目的

1.1 本仕様の目的は品質管理、品質保証、安全性、その他、任意の理由で半導体デバイスのトラッキングを行うためのものである。本仕様は封止処理された半導体デバイスをはじめとした半導体製品に対してのトレースを実現するに当たって必要となる情報の交換をし易くするものである。

1.2 消費者の意識、産業界、各国政府が作り出す現代の市場の動向は、半導体デバイスも含めたあらゆる製品にはっきりと、あるいは示唆するようにトレーサビリティを求めている。本仕様は実装することによって直接、あるいは間接の半導体デバイスの消費者の希望に沿うものである。

1.3 他の目的として、本書は下地基板上の物理的位置を指す座標を決めるために必要な語義を明確にすることである。ただし、これは他のスタンダードで示されないものに限り、また、この情報は付属書の項で説明する。

2 範囲

2.1 本仕様は半導体デバイスのトラッキングを意図したもので、生産そのものを意図したものではない。トラッキングを目的とした動作や通信の一部が、生産工程の自動化や計測や保守を含めた製造に例え関係したとしても、その部分が範囲に入るものではなく、生産工程で動作する際の関連事項である。

2.2 本仕様の目指すものはトレーサビリティであるため、ダイのトレースは半導体デバイスのパッケージング工程で区切られるものではない。例えば、ダイ単体がプリント基板(PCB: Print Circuit Board)に取り付けられることもある。本仕様は単に半導体製造工程でダイのトレースを行う際に求められることだけでなく、PCB 組み立て工程や最終製品製造会社にも転用できることを記述するものである。

2.3 本書は工場内の関係設備間での取り交わされる半導体デバイストラッキングデータの交換について記述するものである。このデータ交換はときには、インターネットや VPN(Virtual Private Network: 擬似専用線)を介して、会社間の関係設備間で行われる可能性もある。本書はデータ交換のインターフェースを説明するものであるが、本仕様と共に用いられるセキュリティに関する仕様や基準については特に定めない。

2.4 本書は半導体デバイスのトラッキングについて説明するものである。半導体デバイスの最終製品を首尾一貫してトラッキングできるようにするため、本書はその最終製品のような組み立てされた材料についても記述する。さらに、半導体デバイスは複数のダイで構成される場合もある。最小の単位のトラッキングを意図するため、本書では「デバイストラッキング」ではなく「ダイトラッキング」あるいは「ダイトレース」という言葉を使用することも多い。

注意: このスタンダードはその使用に関連した全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利用者は、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 制限事項

3.1 本仕様は PCB 組み立てなどの他業界でも効果を発揮し得るが、本仕様の遵守を求めるものではない。もし後の工程を担う業界が本仕様を実装した場合、より効果的に簡単にダイのトレース情報を、本仕様を実装する半導体デバイス製造者とやり取りできることに気付くはずであり、その逆もまた真である。

3.2 本仕様はセキュリティの考慮に付いて語るものではないため、本仕様の実装者は外部のコンピュータとセキュリティの十分なデータ転送と接続を実現することが求められるものである。この件に関して、ユーザとサプライヤ間で協議するよう、本仕様の読者に求められるものである。

3.3 本書はダイをトレースするシステムに必要な論理情報の定義と関連するメッセージのやり取りを規定するものであるが、いずれの工程または装置は渡された材料または製品を何らかの方法で照合することを前提としている。本書はそれがどのように行われるか、どんな ID タグや読取り器が好ましいか、あるいはどの位置でいつ行われるべきか否かは規定しない。しかしながら、対象装置や生産系は確実に照合が行われるようにしなければならない。一部が別の材料で隠れていたり、識別用のタグが物理的には付いていない理由で、照合の際の実際の識別が困難だとしても、何らかの方法で識別できなければならない。

3.4 基板上の座標情報をトラッキングすることはデバイスのトラッキングの一部分しかない。ダイの座標情報のトラッキング(狭義のデバイストラッキング)にのみ関心がある読者は、仕様を実装するのであれば、ほとんどの項を読み飛ばし、直接、付属書や関連情報の項に進んで構わない。

4 参照スタンダード

4.1 SEMI スタンダード

SEMI E130 — Specification for Prober Specific Equipment Model for 300 mm Environment (PSEM300)

SEMI G81 — Specification for Map Data Items

SEMI G84 — Specification for Strip Map Protocol

SEMI G85 — Specification for Map Data Format

SEMI M17 — Guide for Universal Wafer Grid

SEMI M20 — Specification for Establishing a Wafer Coordinate System

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

4.2 The Internet Engineering Task Force¹

RFC2396 — Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax

注意: 別途指示のない場合、引用された全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 PCB — Print Circuit Board

5.1.2 SMT — Surface Mount Technology

5.1.3 SMTP — Simple Mail Transfer Protocol

5.1.4 SIP — System In Package

5.2 定義

5.2.1 キャビネット (cabinet) — 電子機器を収容するある種の箱で、電極を露出させないためや人間が取り扱えるようにするためのもの。

¹ The Internet Engineering Task Force; www.ietf.org,

5.2.2 **カセット (cassette)** — 電子材料や電子部品を収納する容器で、運搬の便宜、グループ単位の取り扱い、入出力ポートでの入れ替えや同類の目的のために使うもの。

5.2.3 **回路モジュール (circuit module)** — 能動素子/受動素子がセル内、基板上、あるいは封入体の実装された電子回路。

5.2.4 **デバイス (device)** — 半導体デバイスの簡略表現。半導体のダイではあるが、それが完成形であるか製造途中であるか、それが基板上に実装/装着されているか否か、あるいは封入処理されているか否かは問わない。封入処理されている場合、封入体全体が 1 デバイスとして取り扱われ、また 1 デバイ스에複数のダイがあることもある。ある種のものは別の能動素子や受動素子が一緒に封入されることがある。

5.2.5 **デバイストラッキング (Device Tracking)** — トレースする単位や情報の種類に関わらず、ダイトレースを一般化した用語。特に基板上の位置に関する座標情報など、特定の分野では狭義の使われ方をすることがある。この狭義のデバイストラッキング情報は自動車産業や自動車部品産業のようなエンドユーザにとって非常に便利であるため、別の定義が使われる。これは本仕様の付属書の項で限定された規定により実施可能である。

5.2.6 **ダイシングフレーム (dicing frame)** — 個片化するために半導体のウェーハを装着する粘着性樹脂フィルムが付いたフレーム。

5.2.7 **ダイ (die)** — 電子素子や配線が造られた半導体製品 1 つを指す。普通、ウェーハと呼ばれる半導体基板上に通常、多くのダイが製造され、その基板は封入加工や別の基板に装着される前に個々のダイに個片化される。薄い透明ガラス版のような絶縁物上に製造されるものもある。例えば別のダイと一緒に封入されたとしても、ダイとは基板の一片を意図する言葉である。

5.2.8 **ダイトレース (Die Trace)** — ダイをトレースする目的でダイの情報を収集する他、製造過程でそのダイに何が起きたかを調べる、あるいは生産者や生産設備などの属性を特定するためにその情報を処理すること。ウェーハや PCB などの集合体はその表面にダイを搭載して製造されるものであるため、トレース情報として有用であれば、これら集合体の情報も含まれる。

5.2.9 **ガラス基板 (glass plate)** — その上で 1 個以上の電子素子を作るための四角形の薄い絶縁板。多くは平面表示素子用の透明ガラスが素材となるが、受動素子用のセラミックのこともある。ここでこれを定義するのは、ただ単にトレースするものの一例として紹介するだけであり、本書で詳細を規定するものではない。

5.2.10 **ハイブリッド IC (hybrid IC)** — 1 個以上の半導体素子のダイと他に能動素子/受動素子が一緒に封入されたある種のデバイス。

5.2.11 **再利用可能容器 (reusable container)** — 通常、複数回利用する電子部品のコンテナ。

5.2.12 **封入素子 (packaged device)** — パッシベーションや物理的な保護、あるいは取り扱いの便宜のために、基板上で裸のまま曝されないようにされたデバイス。電極のリードが付けられ、セラミックベースや樹脂によるモールドディングにより通常、一個ずつに封入される。場合によっては複数のダイや別の電子素子と一緒に封入されることもある。

5.2.13 **ストリップ (strip)** — 半導体デバイスを搭載する四角形の基板、あるいは曲げ易いテープをいう。利用の目的は製品とする目的だけではなく、搬送用や、電子製品の製造過程で使われるそれ以外の目的のこともある。

5.2.14 **基板 (substrate)** — 特に半導体デバイスなどの電子素子とその上に作りこむ、あるいはその上に電子部品を搭載するための基部をいう。例としてはシリコンウェーハ、平面表示素子用ガラス基板、リードフレーム、プリント基板、等々がある。

6 表記法

6.1 本項は本書で使う表記法を定義する。

6.2 **オブジェクトに関する表記法** — 本書は 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) を基にするものとする。

6.2.1 オブジェクトの正式名 — 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)を論じる際にも通常、用いられる。一般物(市街: cities のような)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。

6.2.2 複合属性の要素 — 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。

6.3 状態モデルの表記法

6.3.1 本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。

6.3.2 ハーレルの記法には状態図に一時的なものに伴う「生成」や「消滅」の概念はない。本書にもそのようなものが登場するが、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。本書では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)。

6.3.3 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:

1. 元の状態を飛び出す際に行われる動作
2. 遷移後の状態に飛び込む際に行われる動作
3. 遷移に強く関連して行われる動作
4. 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

6.4 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。

6.4.1 サービスの定義

6.4.1.1 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、以下の表のとおり規定するものである:

サービスメッセージ名	形態	説明

6.4.1.2 形態は “N” = 通知 か “R” = 要求である。

6.4.1.3 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。

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

6.4.2 サービスのパラメータの定義集

6.4.2.1 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とおり定義するものである:

パラメータ名	説明	形式: 取り得る値

6.4.2.2 サービスのパラメータ毎に表の 1 行分を充てる。

6.4.3 サービスメッセージの定義

6.4.3.1 サービスメッセージ定義表は下記の表のとおり、サービスのパラメータを規定するものである:

パラメータ	Req/Ind	Res/Cnf	記事

6.4.3.2 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) という。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。

6.4.3.3 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。

注 1: つなげられた語がクラス名、属性、サービスやデータに多用される。しかしながら、それは正式なもので、読み易さから、離して書いた語の方を図や説明文などで好んで使うことがあるが、両者に違いがあるものではない。

7 一般要件

7.1 識別手段 — 装置, その他(装置に搭載されるもの以外)のコンピュータやソフトウェアは何らかの方法で本書に登場する実体を識別する手段を持つ必要がある。

7.2 通信手段 — 装置上, その他のコンピュータやソフトウェアに存在する実体は、会話するための何らかの電氣的な通信手段を持つ必要がある。

8 概要

8.1 **ダイトレース能力** — 世界のいたるところが経済成長することにより半導体製造業や、半導体素子を使った高度な電子機器の事業に参入する機会が増えている。子会社や現地事業部を含めると、半導体を製造する国や企業数は増えつつある。電子商取引による調達により、半導体素子や半導体素子の応用である電子部品を広範囲の遠い地域の新たに参入してきた会社からたやすく購入することが可能である。そのような半導体デバイスや電子部品の供給側は、セキュリティのリスクの低減、品質保証の確保、品質管理技術の発展、あるいは製品に関連するその他の目的のためにデバイスストラッキングの便宜、すなわち、ダイトレースの能力を持つことが必要である。

8.2 **広域通信** — 携帯電話機やテレビ受像機などの電子機器は多くの半導体デバイスで構成される。これら機器は回路基板、表示モジュール、操作パネルユニットなどに分解される。このような構成要素もまた大抵、半導体デバイスで構成されている。それらは半導体製造業者、電子機器業界、あるいはそれ以外の業者から供給され

る。半導体デバイスのトラッキング、すなわちダイのトレースは半導体製造工場でのみ行えるものではない。プリント基板(PCB)供給側や電子機器供給側を含む組み立て工程との緊密な通信が求められる。

8.3 **ダイトレースの範囲** — もし期待されるものがただ単に製造者と生産国の特定であったとするならば、本スタンダードは半導体組み立て工程と PCB 組み立て工程に関して規定すれば住んでしまうのかも知れない。例えば自動車工業界や自動車部品産業など、半導体製造を取り巻く業界は安心できる構成部品を期待しているだけではない。そこに踏み込むため、本書は組み立て工程だけではなくウェーハ加工工程にまで範囲を広げるものである。計測や検査を含めたある種のプロセスデータまでもがダイトレースの対象データに含まれることがある。

8.4 **ダイトレースのデータ** — 上述のようにダイについてトレースされるデータはある特定のプロセスあるいは、ある 1 台の装置からだけもたらされる訳ではない。ダイに関わる情報はそれぞれ主要な装置でトレースされる必要がある。そうでなければ意味がないし、別の言い方をするとトレースを行うシステムは一箇所の系でできるとは限らない。ダイトレースのデータの収納は分散されるかも知れないし、そうでないかも知れない。

8.5 **ダイトレースデータの多様性** — ダイトレースを行うため、トレースを担当する系(ダイトレーサ)はいろんなデータを収集する。そのデータはダイシングから取り上げてリードフレームへ装着した履歴の関連情報かも知れないし、ダイの分類のための電気テストの情報だったり、ダイが作られるウェーハの計測データだったりするかも知れない。これらはダイトレースデータの多様性の例に過ぎない。その一般的な形態は規定できないし、一体型の中央に置かれたトレース系は現実的ではない。

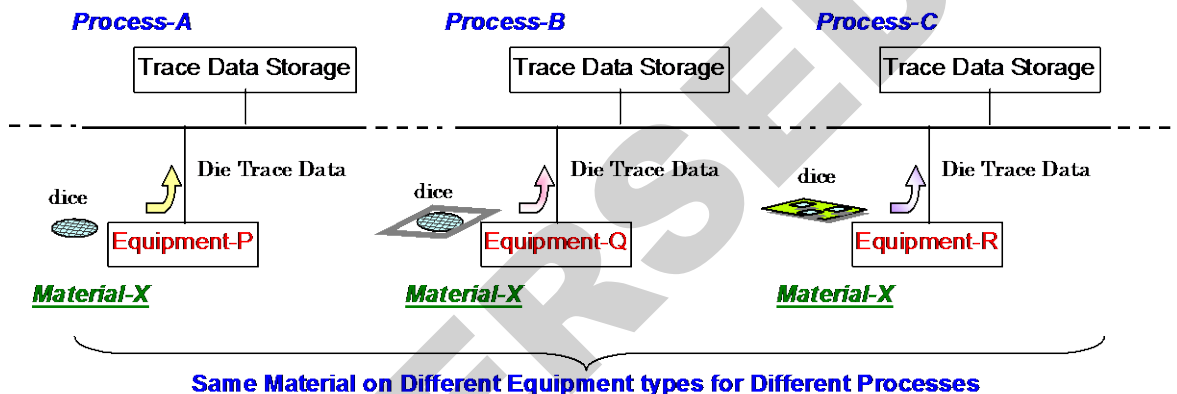


図 1 典型的な装置のダイトレースデータの例

8.6 **ダイトレースデータのデータ源** — ダイのトレースはプロセスの際にダイに起きたことをトラッキングするものであるから、大概のダイのトレースデータは装置から報告される。ここで起きたことというのは生産時の装置制御のためであったり、プロセス制御に関わることであったり、パフォーマンスのことでもない。しかし起きたことは製品の経歴を証明したり、製品に深刻な問題が見つかった際に後の方から追跡したり、製品の応用製品に更なる被害を与えないように防ぐために記録されるものである。この意味で、ダイのトレースデータは MES データの一部や集計であることもあるし、何らかの計算結果であるかも知れない。この場合、装置自身はデータ源とはならない。

8.7 **データの分類** — ダイのトレースデータは様々な方法で分類される: データ源, データの形態, 意味論, 等々。他の分類基準としては、位置情報、プロセス設定値からの偏差、計測データ、検査結果、製造結果の検品などもあり得る。ウェーハや PCB などの基板上のダイが処理される場合、その基板に関するすべてのダイがデータを共有することになる。この場合、ダイのデータの一部はその基板のデータと連動することになる。ロットなどと呼ばれるダイや基板の集合が一括にあるいは、同一の環境で処理されると、ダイ 1 つのトレースデータはロットと連動することになる。

8.8 **ダイトレースシステムとそのクライアント** — ダイトレースシステムは期待されるダイトレースデータを装置や工場内の他の実体から収集し続ける。あるクライアントがダイトレースシステムに 1 個または複数のダイのダイトレースに関するある指定する情報を要求する。クライアントはある欠陥情報をシステムに示し、その欠陥の原因を探そう求めるかも知れない。ダイトレースシステムが起こり得る問題を見つけると、警告を知らせてくるかも知れない。ダイトレーサ(Die Tracer)はダイトレースシステムへの間近にある入り口である。

8.9 トレーサ(Tracer)とマシン(Machine) — 曖昧さをなくし煩わしい議論を避け、過程を明快なものにするため、本書は全体の調和の取れたデータから抜き出した、ある 1 つのプロセス、すなわちある一台の装置に焦点を当てるものである。この観点で、データをトラッキングする実体、すなわち全系の内のスナップショットとみなせるが、これをトレーサ(Tracer)と呼び、物理的な装置とは区別するためにプロセスを行う実体をマシン(Machine)と呼ぶこととする。

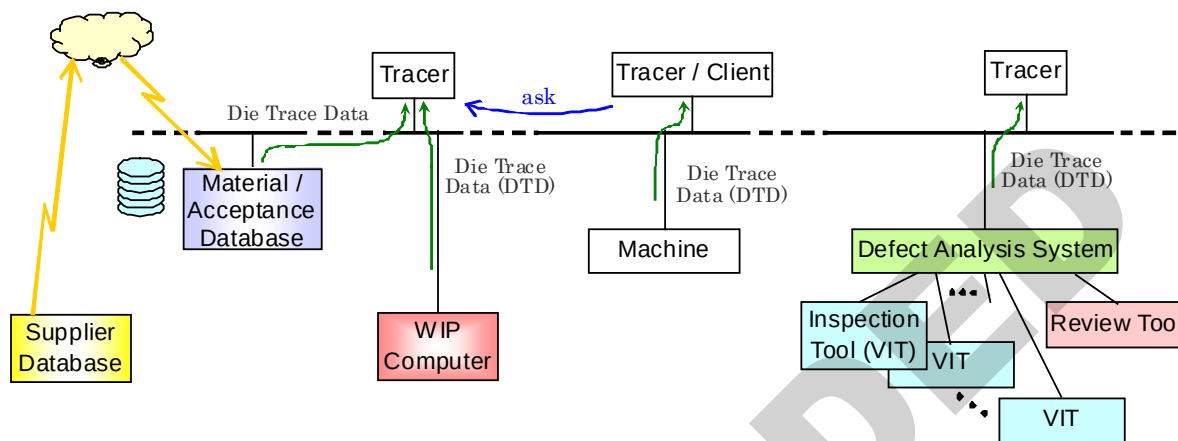


図2 マシンを抱える場合とそうでない場合のトレーサの例

9 基本概念

9.1 ドメイン分析とオブジェクトを基にしたモデリング — 複雑な系をモデル化し設計する場合、あるいは別々のアプリケーションで広範囲に使われるシステム部分の共通の仕様を作る場合、何らかの洗練された方法論が必要である。解決案を求める領域の分析にオブジェクト指向方法論を用いることは取り得る最良の解決法の一つである。この技術は多くの SEMI スタンドアードでも繰り返し用いられており、本書がその方法に従ったとしても特に際立った混乱は起こり得ない。

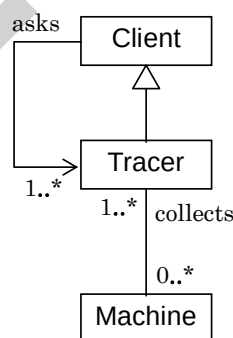


図3 ダイトレース小単位モデル

9.2 UML 表現 — 上図はダイのトレース機能の UML 図によるモデルである。本仕様に準拠するためオブジェクト指向言語を使ってシステムを構築することが必要となる訳ではない。UML が極めて一般的なオブジェクト指向表記法ではあるが、オブジェクト指向による実装は望ましいものの、必須という訳でもない。

9.3 アンサンブルモデル — ダイのトレースは生産過程のいかなる場面でも起こり得る。色々な工程で集めたある特定のダイのデータはお互いに関連付けられ、一連のダイトレースデータとして蓄積される。その一連のデータは各主要な工程でのスナップショットのデータのアンサンブルであり、本書はアンサンブルのスナップショットを上図の様にモデリングするものである。

9.3.1 **Die Trace Machine オブジェクト (Machine)** — これは Die Trace Machine クラス (Machine) のインスタンスである。Machine は Die Trace Data を収集しつながりのある Tracer にそのデータを報告する。

9.3.1.1 **特殊な Machine** — Die Trace Machine の多くは実在する装置であるが、場合によっては人間の手を借りる半自動の製造装置や手作業の工程のような完全自動ではない実態であることがある。Die Trace Machine は製品を加工し、あるいは計測手段を提供し、かつ Die Trace Data を報告する能力を持ち合わせる、半導体デバイス生産ラインの実態であればいかなるものでもなり得る。(自動でない場合) 確実に加工し、工程脇の端末で入力するなり、作業内容を無塵紙などに記録して後の事務室での入力に備える必要がある。

9.3.2 **Die Tracer オブジェクト (Tracer)** — これは Die Trace クラス (Tracer) のインスタンスである。Tracer は配下の Die Trace Machine から報告される Die Trace Data を収集する。Tracer は Die Trace Client の要求に応じて Die Trace Data を検索する。図 3 は 1 個の Tracer とそれに報告する 0 個以上の Machine で構成される小単位のクラスモデルである。

9.3.2.1 **データ検索チェーン** — Tracer は Client クラスを継承するため、もしその Tracer に要求に応じられる程の十分なデータがなければ、その Tracer は他の Tracer に問い合わせることができる。Tracer はある特定の Tracer しかなかったため、問い合わせの連鎖はその特定の Tracer から再開されることになる。

9.3.2.2 **Tracer のデータ源** — Machine からのデータ源には種類の異なるものがある。制御コンピュータやデータベースシステム、あるいはソフトウェアプロセスやアプリケーションプログラムなどの実態はときには Die Tracer のデータ源にもなり得る。ここでいう制御コンピュータは生産システム (MES: Manufacturing Execution System)、工程管理 (WIP: Work In Process) コンピュータ、ホストコンピュータ、セルコントローラ、などとも呼ばれるものである。

9.3.3 **Die Trace Client オブジェクト (Client)** — これは Die Trace Client クラス (Client) のインスタンスである。基本的に Client は何らかの Die Trace Data の集合を要求したり、Die Trace Data の検索を求めたり、今後、収集するデータ項目を指定したりするものである。それと同時に、クライアントはある特定の製品やある特定の製造単位に起こる懸念される現象を登録したり、ある特定の製品やある特定の製造単位に起こりそうな深刻な問題を想定される顧客や半導体デバイス製造業者の品質管理データベースコンピュータに通知したりもする。

9.4 **Die Trace Data 階層構造と関連** — 8.7 項のデータの分類で非常に簡単に述べたように、基板全体のトレースデータはその基板上でのダイトレースデータを補完することがある。その関係を保てるよう、そのデータは何らかの方法で関連付けられることが望ましい。想定できるデータ階層を以下に示す。

9.4.1 **Die Trace Data (DTD)** — これはすべての種類の Die Trace Data の一般形のクラスである。本クラスはダイトレース用として収集されるデータの基本概念と根幹となる性質を現すものである。このクラスをインスタンス化したいかなるオブジェクトも、このクラスの派生クラスも以下の役割を持つ。

9.4.1.1 **Die Trace Data クラス図** — Die Trace Data は図 4 に示すように ID や Type などの属性を持つものである。こういった属性は変わるはずのないものである。というのは、こういう属性値は個々のオブジェクト固有のものであるからである。本書はこの属性を直接アクセスすることは意図している訳ではなく、これをアクセスしたり利用したりするサービスを規定する際の参照用である。本クラスは、そのあらゆるサブクラスに共通な一般的な事柄を取り扱ったり説明したりする目的で使われる。

9.4.1.1.1 **対象となる材料** — Die Trace Data は対象とされる材料が分からないと意味がない。Die Trace Data はその目的を担った属性がなければならないし、対象の材料が何であるかを判別できるサービスが提供されなければならない。

9.4.1.1.2 **データの表現** — もしデータ量が比較的少なければ実際のデータはオブジェクト内に属性値として格納されているだろう。しかし、もしデータ量が比較的大きければ、そのオブジェクトとは別の実態であるファイルやデータベースに保存され、その属性値には何も入っていないかもしれない。この場合、他のところにあるデータ値を消してしまわないように注意するよう、求められる。データ保存系は大抵、関連するデータが削除される際に知らせてくれたり尋ねてくれたりはしない。重要なデータについてはダイトレースシステム内にコピーを別に置いておく方が無難であることもある。また、(系外の) データを混乱なくアクセスするためには何らかの普遍的な資源識別系 (URI) をデータの参照用途に用意することが望ましい。

9.4.1.2 *Die Trace Data* の役割 — *Die Trace Data* クラスはデータのコンテナやデータのラベルとするためのものであるため、このクラスの責務はこの役割を果たすことである。

9.4.1.3 *Die Trace Data* のサービス — 上記の責務を遂行するために本クラスは下記のサービスを提供する。

DieTraceData
ID
Type
CircuitModule
DataReference
DataValue
showProperty
showData

図 4 Die Trace Data クラス

9.4.1.3.1 *showProperty* — 本サービスは実際の *Die Trace Data* のデータ値以外の本オブジェクトの属性値の一部、あるいは全部を調べて教えるものである。

9.4.1.3.2 *showData* — 本サービスは *Die Trace Data* が本オブジェクトに格納されているか、別の実体中に存在するかに関わらず、その値を調べて教えるものである。

9.4.1.4 *Die Trace Data* の振る舞い — *Die Trace Data* の責務の遂行のため、振る舞いも定義される。振る舞いは通常、他のクラスとの協調動作、ならびに状態モデルで規定される。本クラスはデータ値の参照先を含め内部の属性に対してアクセスするサービスを持つのみであり、外部との協調動作は想定されない。さらに、本クラスには状態は存在しないので状態モデルは定義されない。

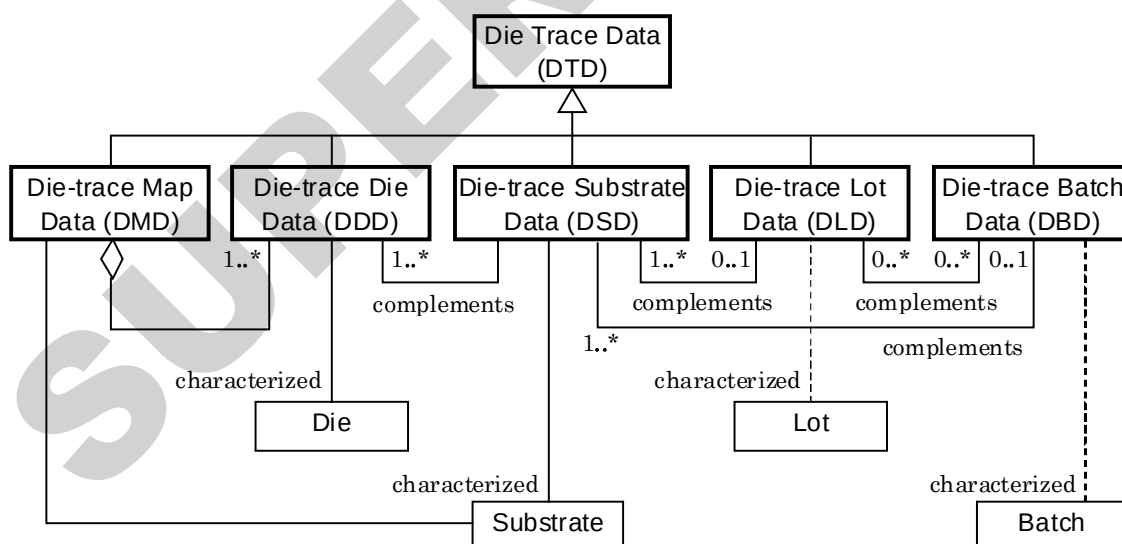


図 5 Die Trace Data の階層、関連、連携

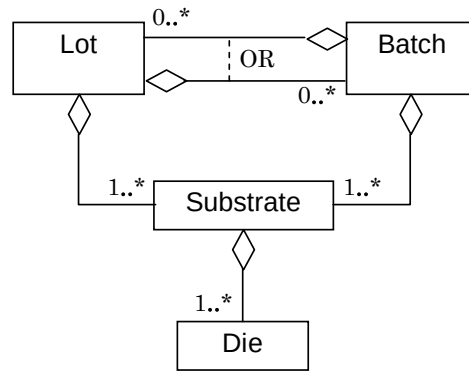


図 6 ロット(Lot)とバッチ(Batch)

9.4.2 **Die-trace Die Data (DDD)** — これはある工程におけるダイに対する Die Trace Data である。この例としては BIN コードなどと呼ばれることの多い、ダイの電気テスト結果の分類情報やワイアーボンディングの外観検査データがある。

9.4.3 **Die-trace Map Data (DMD)** — Die-trace Die Data は多くはその処理で親基板と一緒にするもの同士でまとめられる。そのまとまりのデータをマップと呼び、通常は二次元の配列や行列の形をしている。例としては、プローブテストのデータマップや、基板やリードフレームに組み立て/挿入する際のダイの ID の行き先マップがある。

9.4.4 **Die-trace Substrate Data (DSD)** — これはある工程における基板に対する Die Trace Data である。基板の例にはウェーハ、平面表示素子用ガラス基板、PCB などのストリップ(短冊形状の板)などがある。このデータは基板上で空間分布がないか、若干あっても Die-trace Map Data とは扱われないものである。例えば、このデータが通常のプロセスの結果とは著しい隔たりがある場合のように、このデータはその基板面内の他の種類の Die-trace Die Data と大きな相関を持つことがある。それ故、面内の Die-trace Die Data はそれを補間するものとして本データと連携させることが必要である。

9.4.5 **Die-trace Lot Data (DLD)** — この Die Trace Data はある工程における特定のロットに対してのものである。ロットは材料や製品のまとまりで、ある製品を生産する都合上の存在するものである。ロットの単位は各々の工程や製品により異なる。単に出荷配送目的のまとまりはここではロットには含めない。Die-trace Substrate Data と同様の連携関係を考慮し、補間用に本データとの連携が必要である。

9.4.6 **Die-trace Batch Data (DBD)** — この Die Trace Data はある工程における特定のバッチに対してのものである。バッチは材料や製品のまとまりで、処理の都合上、存在するものである。バッチの単位は各々の工程や装置により異なる。Die-trace Substrate Data と同様の連携関係を考慮し、補間用に本データとの連携が必要である。

9.4.7 **Lot 対 Batch** — ロットやバッチはいずれも材料や製品のまとまりであり、その単位は逆転することがある。ある工程でロットの単位がバッチの単位より小さかったとしても、図 6 に示したように、同じ製品が他の工程ではこの大小関係が逆転することがある。生産計画、生産戦略、分流/合流などの操作に関して、ロットはより関係が深い。一方、バッチは処理や装置の種類や構成、構造に関連が深い。

9.5 **基板の物理モデル** — ダイのトレースは極初期の工程から始められることが必要であったり、携帯電話機やテレビ受像機のような最終製品にまで続けられることが必要であったりもするので、トレースの対象には様々な種類の基板が登場する: 例えばウェーハ、ダイ、PCB。その外観は結構違うものの、ある程度、性質は共通に扱える。図 7 のように、その共通の性質を基本クラスのオブジェクトとして分離しておくことと便利である。このクラス図は、何が物理的にトレースの対象であるか、あるいはどの対象となる基板がどんな Die Trace Data を生み出すのか理解の助けになる。この図は単に、この意図でダイトレースの対象となる基板を分類したものである。

9.5.1 **Circuit Module** — 本クラスは組み立て部品になり得るような任意の電子回路を表すものであるが、これはダイのトレーシングに登場する基板すべての共通部分でもある。ダイのトレースを行うことを考えると、各 Circuit Module には対応する Die Trace Data がある。その Die Trace Data はこの回路モジュール以外の基板の Die Trace Data と連携しているかも知れない: 例えば集合関係や補完関係として。Circuit Module はより小さいサイズの

Circuit Modules を構成要素として搭載していることもある。例えば、PCB やつながったままの複数のリードフレームなどのストリップ(短冊状の板)にはダイが載っている。このクラスにはサブクラスがある: Die および Mother Substrate。

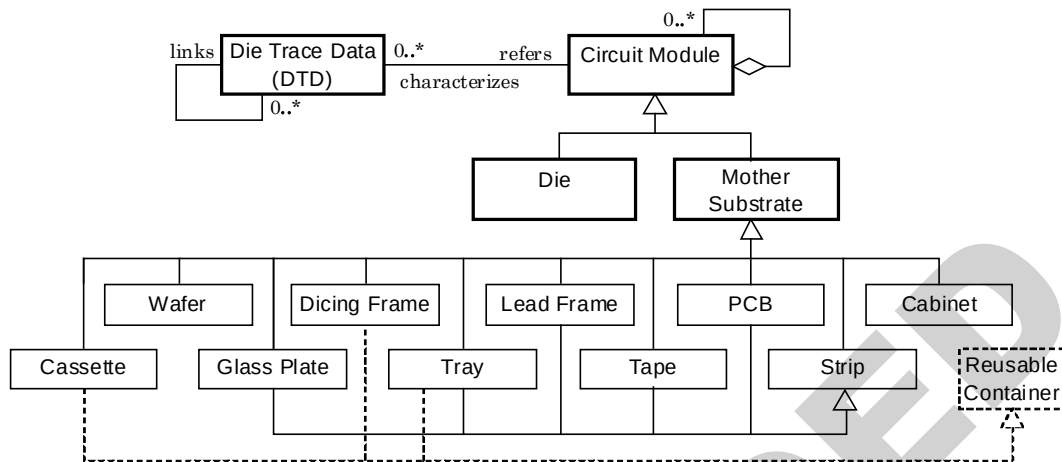


図 7 ダイトレースに関わる基板の物理モデル

9.5.1.1 *Circuit Module* クラス定義 — *Circuit Module* は図 8 に描いてあるように ID, Type などの属性を持つものである。こういう属性は個々の回路モジュールに固有であるため、この属性は書き換えられるものではなく、また、ここに描いてあるものがすべてという訳でもない。本書はこの属性を直接アクセスすることを意図しているものではなく、これをアクセスしたり利用したりするサービスを規定するための単なる参考である。本クラスは、そのあらゆるサブクラスに共通な一般的な事柄を取り扱ったり説明したりする目的で使われる。

9.5.1.2 *Circuit Module* の役割 — *Circuit Module* クラスは材料のラベルや材料の性格を示す一覧表として登場するものであるので、このクラスの責務はそう言った役割を果たすことである。

9.5.1.3 *Circuit Module* のサービス — 上記の責務を遂行するため、本クラスは下記のサービスを提供する。

9.5.1.3.1 *showProperty* — 本サービスは本オブジェクトの属性値の一部、あるいは全部を調べて教えるものである。

CircuitModule
ID
Type
ProductName
Manufacturer
Plant
Location
ProductionStage
LatestProcessTime
Lot
... ..
showProperty
showDaughter

図 8 *Circuit Module* クラス

9.5.1.3.2 *showDaughter* — 本サービスは該当 *Circuit Module* が搭載しているより小さい規模の *Circuit Module* を調べるものである。

9.5.1.4 *Circuit Module* の振る舞い — *Circuit Module* の責務を遂行するため、振る舞いもまた定義される。振る舞いは通常、他のクラスとの協調動作、ならびに状態モデルで規定される。本クラスは内部の属性に対してアクセ

スするサービスを持つのみであり、外部との協調動作は想定されない。さらに、本クラスには状態は存在しないので状態モデルは定義されない。

9.5.2 Die — 本クラスはウェーハ上に形成される半導体素子のダイを表す。その外観を問わない: それがウェーハ上で形成途中か、個片化され何らかの基板上に搭載されているか、あるいは封止済であるかなど。半導体製造工程の形成法やそれに類するものであれば、原材料が何であってもダイとして扱うものである。Die は他の **Circuit Modules** を集約しないし、他のダイによって集約されることもない。この意味でガリウム砒素の半導体素子、直線イメージセンサ、平面表示素子 (FPD) はダイの実例である。

9.5.2.1 Die のクラス定義 — Die は **Circuit Module** を継承する。サービス **showDaughter** がないことを除いて、Die クラスの定義はおおむね **Circuit Module** と同様である。例えばそのサービスが実装されたとしても、結果はエラーが示されるか、**Circuit Modules** はないという答えが返るだけである。

9.5.3 Mother Substrate — 本クラスは自分以外の **Circuit Module** を 1 個以上、構成要素として抱える **Circuit Module** である。シリコンウェーハ、リードフレーム IC 用トレイ、プリント基板 (PCBs) は **Mother Substrate** の実例である。本クラスは **Circuit Module** の派生クラスで、**Die class** 以外のものであり、未搭載の状態でも、形成(組み立て)途中であっても、他を搭載する目的のものである限り、それは **Mother Substrate** として扱われる。

9.5.3.1 Mother Substrate クラス定義 — **Mother Substrate** は **Circuit Module** を継承する。**Mother Substrate** のクラス定義は完全に **Circuit Module** と同じである。本クラスは、クラス **Die** を他の **Circuit Module** クラスと区別するために便宜上、定義したものである。

9.5.4 Wafer — 本クラスは、薄い円盤形状の半導体材料の **Mother Substrate** の一形態で、その表面に半導体素子を形成するためのものである。例としては 300 mm 径のシリコンウェーハや 3 インチ径ガリウム砒素ウェーハがある。数百個のマイクロプロセッサのダイが表面に形成されることもある。

9.5.5 Glass Plate — 本クラスは薄い矩形の透明ガラス板の **Mother Substrate** の一形態で、表面上に平面表示素子を形成するためのものである。通常は矩形であるが、場合によっては円形のこともある。一辺が 1 メータを超えるものもある。

9.5.6 Dicing Frame — これは **Mother Substrate** の一種で、中心に個片化するウェーハを貼り付ける伸縮性のフィルムがある方形の薄い枠である。ダイシングフレームは通常、再利用可能である。

9.5.7 Cassette — これは **Mother Substrate** の一種で、**Circuit Module** を保持したり運搬したりする再利用可能なコンテナの種類である。収納される **Circuit Modules** の位置の特定が可能である。例としてはウェーハのキャリア、ウェーハの出荷容器、ダイシングフレームのマガジンや IC のトレイが挙げられる。

9.5.8 Tray — これは **Mother Substrate** の一種で、表面に二次元的にダイを収容する種類のカセットである。次の工程への搬送、出荷用、テスト時などに多用される。

9.5.9 Lead Frame — これは **Mother Substrate** の一種で、半導体デバイス製品として封止処理 際の基部となるものである。ダイの電極パッドと接続する電極が多く備わっている。封止処理が完了するまで製造上の便宜のため、**Lead Frame** 複数個が物理的に互いにつながれていることが多い。この意味では **Lead Frame** は後述する **Strip** の一種でもある。

9.5.10 Tape — これは **Mother Substrate** の一種で、電子素子や小型部品を運搬、供給、出荷などのために保持する目的に使われる、樹脂フィルムや布や紙、あるいは複合材料でできている非常に細長い短冊形状のものを表す。取り扱いの都合から、通常はマガジンに巻き取られている。

9.5.11 PCB — プリント基板を表す。片面または両面に搭載する能動/受動素子を配線する導電体を一層以上備える、硬質または軟質の基板である。**Mother Substrate** の一種である。

9.5.12 Strip — 電子部品を搭載するための、通常、矩形やテープ状の基板である。**Mother Substrate** の一種でもある。

9.5.13 Cabinet — 電極がむき出しになるのを防いだり、人間に操作手段を提供したりするために用いる電子機器や構成部品を収容するケース。この中には **PCB** や電源モジュールが、スイッチや発光ダイオードや平面表示素子などの表示素子と共に収容される。**Mother Substrate** の一種でもある。