

SEMI E54.14-0305

PROFINET 用センサ／アクチュエータネットワーク通信に関する仕様

本スタンダードは、global Information & Control Committee で技術的に承認されている。現版は 2004 年 11 月 10 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2005 年 2 月に www.semi.org で、そして 2005 年 3 月に CD-ROM で入手可能となる。

注意: 本文書は、SEMI E54 一連のスタンダードとして出版されず、単独で発行および販売される。

1 目的

1.1 本仕様は SEMI センサ／アクチュエータネットワーク (SAN) スタンダードの一部であり、PROFINET スタンダードを基本とした特定の通信プロトコルを定義する。本ネットワーク通信スタンダード (NCS) を SEMI センサ／アクチュエータネットワーク・スタンダード・セットおよび PROFINET スタンダードと合わせると、半導体製造装置においてネットワーク化されたデバイスの既成の相互運用性に対する業界特有のソリューションを提供するオープン・スタンダードが完全かつ明瞭に定義される。

1.2 PROFINET とはベンダーから独立した、オープンなフィールドバス・スタンダードで、製造・プロセス・建築の自動化の分野で幅広いアプリケーションに適用される。

1.3 PROFINET のアプリケーション・モデルは PROFIBUS のモデルと互換性があり、同じマッピング規則が適用される。

1.4 PROFINET は自動化コントロール・システムと分散 I/O の間にデバイス・レベルで高速かつ低コストの接続性を確立できるよう最適化されている。

2 範囲

2.1 本文書は SEMI E54.1 準拠の PROFINET 仕様に基づいた SAN 通信スタンダードを規定している。本文書自体は、本スタンダードに準拠するインテリジェント・デバイスが SEMI E39 に準拠した方法を使って SAN で情報を交換するためにサポートしなければならないプロトコル、サービス、および挙動を規定している。

2.2 本ネットワーク通信スタンダード (NCS) および関連 PROFINET スタンダードは、SEMI スタンダード SAN 共通デバイス・モデル (CDM) 仕様および SEMI スタンダード特定デバイス・モデル (SDM) 仕様 (例えばマス・フロー・コントローラ) と共に、ネットワーク上のさまざまなデバイス特有のデータ構造、インタラクション、および挙動について記述している。この混成モデルは半導体製造装置に含まれているインテリジェント・センサ、アクチュエータ、およびコントローラ相互の通信に関する完全な相互運用性スタンダードとなる。

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 本文書は PROFINET のみに基づいた半導体装置 SAN を規定しており、その言及により PROFINET スタンダードが含まれる PROFINET 仕様の姉妹文書である。そのため、本スタンダードの完全な仕様書には必然的に PROFINET 仕様が含まれる。半導体装置 SAN 通信オプションは他にもいくつかあるが、そのオプションの仕様は本文書には含まれていない。

3.2 本文書に書かれている仕様は、現在 PROFINET が要求している性能に加えられる追加性能を記した拡張版である。本文書 (主に § 6) では PROFINET 仕様書に書かれているプロトコル構造、性能、オプション、および制限などが言葉を替えて書かれている。それらは参照のためだけに載せてあるのであって、仕様定義を記すためではない。それらについては PROFINET 仕様書を参照すること。本文書はこのスタンダードが要求する PROFINET 仕様の拡張仕様あるいは PROFINET 仕様への制限を記述するにとどまる。

3.3 規格適合性試験のプロシージャに関する完全な仕様にはPROFINETプロトコル規格適合性試験仕様が含まれていなければならない。規格適合性試験には本スタンダードが要求するPROFINET仕様の拡張あるいは制限も含まれていなければならない。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMIスタンダード^{*}

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

SEMI E54.1 — Standard for Sensor/Actuator Network Common Device Model

SEMI E54.3 — Specification for Sensor/Actuator Network Specific Device Model for Mass Flow Device

SEMI E54.10 — Specification for Sensor/Actuator Network Specific Device Model for an In-Situ Particle Monitor Device

SEMI E54.11 — Specific Device Model for Endpoint Devices

4.2 IECスタンダード¹

IEC 61158-5 — Digital data communication for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Application Layer service definition (reference standard for the model in use)

IEC 61158-6 — Digital data communication for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Application Layer protocol specification (reference standard for the model in use)

4.3 IEEE Standards²

IEEE 802.3 — Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications

IEEE 802.1D — Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Common specifications – Media Access Control (MAC) Bridges

IEEE 802.1Q — Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Common specifications – Virtual Bridged Local Area Networks

4.4 ISOスタンダード³

ISO 7498 Information Technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model

4.5 PROFINETスタンダード⁴

PROFINET IO — Application Layer protocol specification

PROFINET IO — Application Layer service definition

PROFIBUS Profile Guidelines — Part 1: Identification & Maintenance Functions

PROFINET — Discovery and Configuration Protocol

PROFINET — Installation Guideline

GSD Specification for PROFINET

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。

1 International Electrotechnical Commission, 3 rue de Varembé, Case Postale 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland. Telephone: 41.22.919.02.11; Fax: 41.22.919.03.00; <http://www.iec.ch>

2 Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE Operations Center, 445 Hoes Lane, P.O. Box 1331, Piscataway, New Jersey 08855-1331, USA. Telephone: 732.981.0060; Fax: 732.981.1721; <http://www.ieee.org>

3 International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat, 1 rue de Varembé, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland. Telephone: 41.22.749.01.11; Fax: 41.22.733.34.30; <http://www.iso.ch>

4 Profibus International, Haid-und-Neu-Str. 7, 76131 Karlsruhe, Germany. Telephone: 49 721 9658 590; Fax: 49 721 9658 589; <http://www.profibus.com>

5 用語

5.1 略語および頭字語

- 5.1.1 *APDU (Application Protocol Data Unit)* — アプリケーション・プロトコル・データ・ユニット
- 5.1.2 *AREP (Application Reference Endpoint)* — アプリケーション・リファレンス・エンドポイント
- 5.1.3 *ASE (Application Service Element)* — アプリケーション・サービス要素
- 5.1.4 *CDM (Common Device Model)* — 共通デバイス・モデル
- 5.1.5 *DCE (Distributed Computing Environment)* — 分散コンピューティング環境
- 5.1.6 *DCP (Discovery and Configuration Protocol)* — 発見コンフィグレーション・プロトコル
- 5.1.7 *DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)* — 動的ホスト構成プロトコル
- 5.1.8 *DM (Device Manager)* — デバイス・マネージャ
- 5.1.9 *GSD (Generic station description)* — ステーション定義
- 5.1.10 *IM (Identification and Maintenance)* — 識別とメンテナンス
- 5.1.11 *IO (Input Output)* — 入出力
- 5.1.12 *IP (Internet Protocol)* — インターネット・プロトコル
- 5.1.13 *NCS (Network Communication Standard)* — ネットワーク通信スタンダード
- 5.1.14 *OSI (Basic Reference Model for Open Systems Interconnection (ISO 7498))* — オープン・システム相互接続のための基本参照モデル
- 5.1.15 *PDU (Protocol Data Unit)* — プロトコル・データ単位
- 5.1.16 *PHY (Physical Layer)* — 物理層
- 5.1.17 *RPC (Remote Procedure Call)* — リモート・プロシージャ・コール
- 5.1.18 *SAC (Sensor, actor, controller (object))* — センサ, アクチュエータ, コントローラ(オブジェクト)
- 5.1.19 *SAN (Sensor/actor network)* — センサ／アクチュエータネットワーク
- 5.1.20 *SAP (Service Access Point)* — サービス・アクセス・ポイント
- 5.1.21 *SDM (Specific Device Model)* — 特定デバイス・モデル
- 5.1.22 *UDP (User Datagram Protocol)* — ユーザ・データグラム・プロトコル
- 5.2 *センサ／アクチュエータネットワーク共通デバイス・モデルで定義されている用語 (SEMI E54.1)*
 - 5.2.1 *属性 (Attribute)*
 - 5.2.2 *挙動 (Behavior)*
 - 5.2.3 *バイト (Byte)*
 - 5.2.4 *共通デバイスモデル (common device model)*
 - 5.2.5 *デバイス (Device)*
 - 5.2.6 *デバイスマネージャ (DM) オブジェクト (Device Manager Object)*
 - 5.2.7 *デバイスモデル (Device Model)*
 - 5.2.8 *インスタンス (Instance)*
 - 5.2.9 *ネットワーク通信スタンダード (network communication standard)*

5.2.10 オブジェクト (Object)

5.2.11 センサ, アクチュエータ, コントローラ (SAC) オブジェクト (Sensor, Actuator and Controller (SAC) Object)

5.2.12 サービス (Service)

5.2.13 特定デバイスモデル (Specific Device Model)

5.2.14 状態図 (State Diagram)

5.3 用語のマッピング

5.3.1 このスタンダードはネットワーク上でのCDMデータ構造と挙動のマッピングを定義するため、SEMI E54.1内の用語を多数利用している。表 1 にPROFINET IOの用語を使用する本文書に対するCDM文書の基本的用語のマッピングを記載する。

表 1 NCS 用語への CDM マッピング (Mapping of CDM to NCS Terminology)

CDM 用語	NCS 対応語
Device (デバイス)	IO Device (IO デバイス)
Object (オブジェクト)	= (with ASE as class specification) (クラス仕様として ASE を使用)
Instance (インスタンス)	=
Attribute (属性)	=
Behavior (挙動)	=
Service (サービス)	=
State Diagram (状態図)	Protocol Machine (プロトコルマシン), State Machine (ステートマシン)
Byte (バイト)	=, Unsigned8 (符号なし長整数)
Nibble (ニブル)	Specific field coding (特定フィールドの符号化)
Character String (キャラクタ文字列)	Visible String (表示される文字列)

5.4 PROFINET固有の定義

5.4.1 内容の管理 (Context Management) — アプリケーション層などシステムの動作管理をサポートするネットワークでアクセス可能な情報 (通信オブジェクト)

注 1: 管理には制御, 監視, 診断などの機能が含まれる。

5.4.2 デバイス・データベース (Device Data Base) — あるデバイス・タイプの特性を, 正確に定義されたフォーマットで明瞭にそして包括的に記述してある電子ファイル。GSDファイルとも呼ばれる。

5.4.3 デバイス・プロファイル (Device Profile) — デバイスの特徴的機能を規定するデバイス・データベース・シートとGSDファイル。

5.4.4 チャンネル (channel) — プロセスに対するサーバの入力または出力アプリケーション・オブジェクトの単一の物理または論理リンク。

5.4.5 チャンネル関連診断 (channel related diagnosis) — メンテナンスを目的に提供される入力または出力アプリケーション・オブジェクトの特定要素に関する情報。

5.4.6 診断データ・オブジェクト (diagnosis data object) — デバイス/スロット/サブスロット/診断識別子によって参照される診断情報を含むオブジェクト。

5.4.7 GSD ファイル (GSD File) — デバイス・データベース参照。

5.4.8 インデックス (Index) — レコード・データ・オブジェクトのアドレス。

5.4.9 IOコントローラ(*IO Controller*) — 割り当てられたIOデバイスを管理し、ユーザ・データ交換を扱うデバイス。通常はプログラマブル・コントローラ。

5.4.10 IOデータ・オブジェクト(*IO data object*) — 処理を目的とした周期的転送とデバイス／スロット／サブスロットによる参照を目的に指定されたオブジェクト。

5.4.11 IOデバイス(*IO Device*) — IOコントローラおよびIOスーパーバイザによって設定・管理されるデバイス。IOデバイスは未承諾の通信は一切開始しない。

5.4.12 IOスーパーバイザ(*IO Supervisor*) — コンフィグレーションまたは診断ツールとして相互作用するデバイス。通常はプログラマブル・デバイス。

5.4.13 モジュール(*module*) — ハードウェアまたは物理デバイスの論理コンポーネント。

5.4.14 プロバイダ(*provider*) — データを1人以上の消費者に送るノードまたはソース。

5.4.15 レコード・データ・オブジェクト(*record data object*) — 情報として、または以降の処理のためにすでに事前処理されて非周期的に転送され、デバイス／スロット／サブスロット／インデックスによって参照されるオブジェクト。

5.4.16 リソース(*resource*) — 処理または情報機能。

5.4.17 サーバ(*server*) — a) AREPの役割で、確認したサービス応答APDUを要求を開始したクライアントに返す。
— b) サービスを別の(クライアント)オブジェクトに提供するオブジェクト。

5.4.18 サービス(*service*) — オブジェクトまたはオブジェクト・クラスが別のオブジェクトやオブジェクト・クラスからの要求で実施する操作や機能。

5.4.19 サービス・アクセス・ポイント(*Service Access Point*) — サービス要求の送信に使用するデバイス内のアドレス指定可能位置。

5.4.20 スロット(*slot*) — IOデバイス内の構造ユニットのアドレス。

注2: モジュラー・デバイス内では、スロットは通常物理モジュールを扱う。コンパクト・デバイス内では、スロットは通常論理機能やバーチャル・モジュールを扱う。

5.4.21 スロット関連診断(*slot related diagnosis*) — メンテナンスを目的としたモジュール専用の情報。

5.4.22 サブモジュール(*submodule*) — ハードウェアまたはモジュールの論理コンポーネント。

5.4.23 サブスロット(*subslot*) — スロット内の構造ユニットのアドレス。

注3: サブスロットは、モジュール内のサブモジュールに対する物理インタフェースを扱うこともある。一般に、サブスロットはデバイス内の構造データに対する第二レベルである。

5.4.24 ベンダーID番号(*vendor ident number*) — PNOが割り当てる中央管理番号。

6 通信プロトコル・ハイレベル構造

6.1 The PROFINET IOプロトコルは、OSIの7層構造を折りたたんだ形態を構成する。PROFINET IOは参照モデルの物理、データ・リンク、ネットワーク、トランスポート、アプリケーションという階層を使用する。リアルタイム通信の場合は、物理、データ・リンク、アプリケーションという3層アプローチとなる。このセクションは、OSIの基本参照モデルに合わせて形成されている。図1に構造の概要を示す。

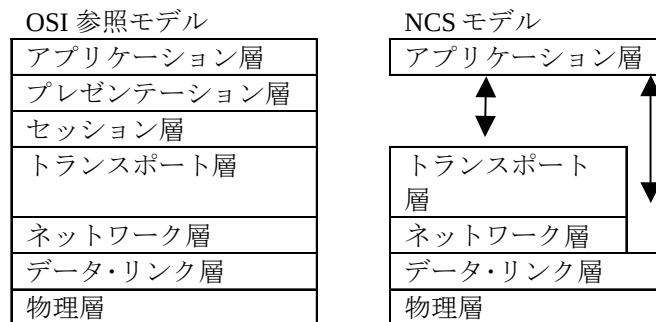


図 1
OSI に対する PROFINET の階層

6.2 一般的な挙動

6.2.1 典型的なリモートI/Oコンフィグレーションでは、シングルIOコントローラ構造を使って応答時間を最適化している。応答にもっと時間がかかるアプリケーションではマルチIOコントローラ構造も可能である。

6.2.2 メッセージの伝達はサイクル単位にまとめられる。メッセージ・サイクル 1 つはIOコントローラの 1 組の出力データ・フレームと、複数IOデバイスの 1 組の入力データ・フレームで構成されている。出力データ・フレームはすべて入力データ・フレームに関連付けされている。IOアプリケーションの関係はそのフレームの受信側によって監視される。

6.2.3 PROFINETプロトコルはISO 7498 OSIモデルに関連しているため、PROFINETプロトコルの簡単な説明を以降で記述する。プロトコル効率を考え、PROFINETでは周期的なIOデータ転送や警報に対しては階層 3 から 7 までを定義していない。階層7はアプリケーション・プロセスと通信スタックとの間のインタフェースである。

注 4: 本項に書かれている事柄は参照事項に過ぎず、PROFINET に関する仕様ではない。その仕様に関しては関連文書を参照のこと。

6.3 物理層 — 階層 1

6.3.1 IEEE 802.3 の物理層が採用されている。PROFINETでは、物理層(PHY)に関してより線(100 Base TX)と光ケーブル(100 Base FX)の 2 種類が推奨されている。これらのオプションに関する詳細は、IEEE 802.3を参照のこと。また、PROFINETインストレーション・ガイドには更なる詳細が規定されている。IEEE 802.3 以外に認められた物理スタンダードが使用されている場合は、製品文書に明確に記載すること。

6.4 データ・リンク層 — 階層 2

6.4.1 データ転送

6.4.1.1 データ・リンク層はネットワークでのデータの送受信機能を提供する。データはプロトコル・データ単位(PDU)にまとめて送られ、チェックを受ける。交信手続きエラー(フレーム、オーバーラン、符号化違反など)への対応策としてチェックが用いられる。PROFINETで好まれるデータ・リンク技術はIEEE 802.3 データ・リンクMAC副階層である。IEEE 802.3 以外に認められたデータ・リンク・スタンダードが使用されている場合は、製品文書に明確に記載すること。

6.4.1.2 PDUは 1500 バイトに限定されている。アドレス指定、エラー検出、プロトコル選択には 28 バイトのプロトコル・オーバーヘッドが必要である。

6.4.2 データの伝達

6.4.2.1 IEEE 802 では、データのトランスポートにネットワーク・ブリッジ(スイッチ)が使用される。このブリッジ機能はIEEE 802.1DおよびIEEE 802.1Q(優先度オプション)で定義されている。リアルタイム拡張を使用するとブリッジしたネットワークのパフォーマンスや利用可能性を向上させることができる。

6.5 ネットワーク層 — 階層 3

6.5.1 リアルタイム・データ転送ではネットワーク層のないプロトコルを使用するが、その他すべてのサービスではネットワーク層としてIP(インターネット・プロトコル)を使用する。

6.6 トランスポート層 — 階層 4

6.6.1 すべての非リアルタイム・サービスはトランスポート層としてUDP(ユーザ・データグラム・プロトコル)を使用する。

6.7 セッション層 — 階層 5

6.7.1 本CDMには、明確なセッション層はない。

6.8 プレゼンテーション層 — 階層 6

6.8.1 本CDMでは、明確なプレゼンテーション層はない。符号化はアプリケーション層の一部である。

6.9 アプリケーション層 — 階層 7

6.9.1 PROFINET IOアプリケーション層は、いわゆるサービス定義およびプロトコル仕様と呼ばれる中に構築されている。サービス定義はオブジェクト指向のアプローチを使用し、そのオブジェクトと合わせてリモート・アクセスやローカル機能のサービスを指定する(ASEはこれらのオブジェクトのクラス定義)。プロトコル仕様には、符号化とステートマシンの両方が含まれる。

6.9.2 サービス定義

6.9.2.1 アプリケーション層サービスは、フレキシブルで設定可能な自動化デバイスのニーズを反映するように構築されている。デバイスは、スロットに配置された 1 組のモジュールで構成される(図 2 参照)。モジュールはスロット番号によって一意にアドレスされ、モジュールはハードウェアを反映した構造として見られる場合と、IOデバイスのソフトウェア構造を反映して見られる場合がある。

6.9.2.2 各モジュールには様々なクラスのオブジェクトを含むサブモジュールが含まれる。サブモジュールとはサブモジュールのアドレスである。

6.9.2.3 スロット 0 はIOデバイス自身のアドレス指定に使用される。サブスロット 0 はモジュールを表し、IOデータは一切含まれない。その他のオブジェクト・クラスでは、スロットとサブスロットによってそれぞれアドレス指定されたモジュールとサブモジュール上でインスタンスが散らばっていることがある。各サブモジュール(サブモジュール 0 を除く)にはIOデータ、内容パラメータ、診断情報、レコード・データ、警報を含むことができる。レコード・データは一般的なクラスであり、読み込み/書き込みサービスによってアクセス可能な様々なアプリケーション固有のパラメータを含むことができる。PROFINET内で必須のPROFIBUSガイドラインには、1 組の識別とメンテナンス・パラメータが定義されている。

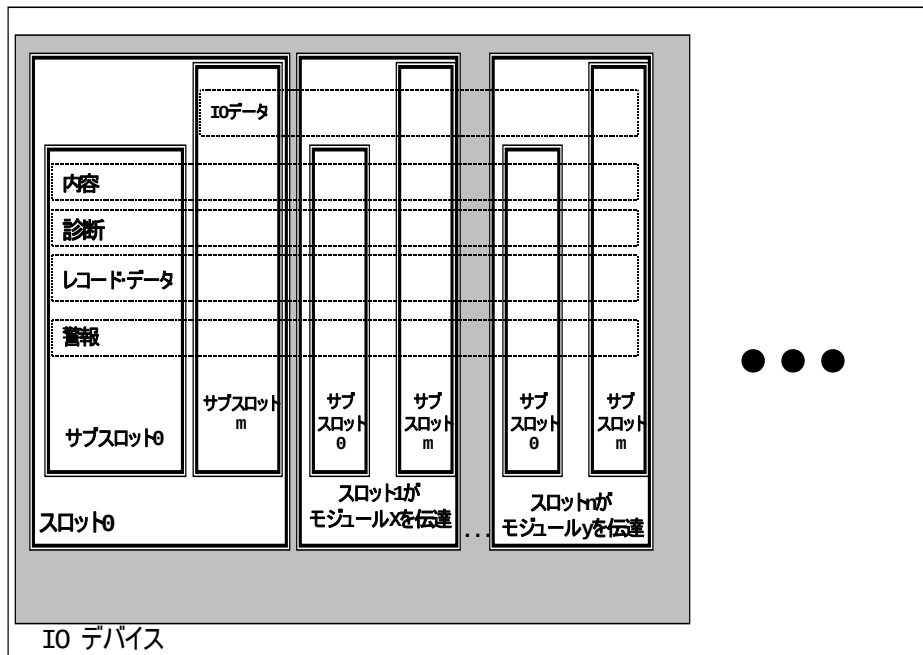


図 2
デバイス・モデル

6.9.2.4 オブジェクト・クラスは以下に対して定義される。

- 定期レポート用の IO データ
- コンフィグレーション用の内容
- イベント収集のための診断
- ポーリングされるアクセスのためのレコード・データ
- 非同期イベント・レポートのための警報

これらのオブジェクト・クラスに対しては、1 組のサービスが定義される。

6.9.2.5 IOデータは主にアプリケーションと通信を分離することのできるバッファされたサービスによって扱われる。コンフィグレーション用の内容、イベント収集のための診断、ポーリングされるアクセスのためのレコード・データ、非同期イベント・レポートのための警報にはクライアント／サーバー・サービス構造(要求／応答) が使用される。

6.9.2.6 PROFINET IOで提供される周期的機能:

- 関連 IO デバイスとの IO データの交換

6.9.2.7 PROFINET IOで提供される非周期的機能:

- IO デバイスからの診断の読み込み
- IO デバイスのコンフィグレーション
- IO デバイスへのパラメータ・データの書き込み(起動またはアプリケーション・パラメータ)
- エンジニアリング・デバイスのコンフィグレーションおよび診断要求の処理
- 内容管理による IO デバイスへの接続の開始
- IO デバイスのレコード・データへの非周期的アクセス
- IO デバイスからの警報の処理