

SEMI E54.4-1111

STANDARD FOR SENSOR/ACTUATOR NETWORK COMMUNICATIONS FOR DEVICENET

DeviceNet 用センサ／アクチュエータネットワーク通信スタンダード

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 2011 年 9 月 12 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2011 年 11 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 1997 年 9 月発行、前版は 2004 年 7 月発行。

注意: 本文書は、SEMI E54 一連のスタンダードではなく、単独のスタンダードとして出版および販売される。

1 目的

1.1 このスタンダードは、半導体製造ツールでの、SEMI が指定した(共通およびデバイス独自の)デバイスモデルに従って作動するセンサ／アクチュエータネットワーク(SAN)上にある知的デバイスが、相互に通信できるようにするための DeviceNet プロトコルに基づいて通信使用を定義している。

1.2 背景および動機 — DeviceNet は、簡単な産業用デバイス(例、センサおよびアクチュエータ)と、コントローラのような高度なデバイスとのネットワーク化を規定している。DeviceNet が規定しているものは:

- 低レベルのデバイスのネットワーク化の解決法
- 低レベルのデバイスの知性へのアクセス
- マスター／スレーブおよびピアツーピア性能

1.2.1 DeviceNet はコントローラエリアネットワーク(Controller Area Network(CAN))技術に基づいている。CAN はメディアアクセスコントロール(Media Access Control(MAC))手法および物理的信号特性を定義している。DeviceNet は、完璧なネットワーク定義を提供するために、通信モデルおよびプロトコルだけでなく、CAN 周辺の物理層定義にも言及している。

1.3 本文書は、共通および特定のデバイスネットワークが見ることのできる構造およびビヘイビア(挙動、振る舞い)を DeviceNet ネットワークに表記的にマッピングして、SEMI 準拠の SAN 上にある知的デバイス間の通信を可能にする。

2 範囲

2.1 本文書はこの半導体装置センサ／アクチュエータネットワークで情報を交換するために、準拠する知的デバイスが必ずサポートしなければならないプロトコルおよびサービスを規定している。

2.2 本文書は、共通デバイスモデル(CDM)および該当する特定デバイスモデル(SDM)に規定されていて外部から見えるデバイス構造およびビヘイビア(挙動、振る舞い)を DeviceNet ネットワーク上に表現するための DeviceNet プロトコルの利用について規定している。

2.3 本文書は、SEMI スタンダード SAN 共通デバイスモデル仕様および一つ以上の SEMI スタンダード独自のデバイスモデル仕様(例、マスフローコントローラ[MFC]のための仕様)と関連して使用される。上記は連携して、SEMI 準拠の SAN システムでの DeviceNet ネットワーク性能を使って、デバイスの外部から見えるデータ構造およびビヘイビア(挙動、振る舞い)を記述している。

2.4 このスタンダードは, SAN 相互運用性ガイドライン, SAN 共通デバイスモデル, 一つ以上の SAN 独自のデバイスモデルの各文書, および DeviceNet 仕様書と一緒に完璧な相互運用性スタンダードとなる。一般的な SAN 文書の構造は図 1 のセンサ/アクチュエータネットワーク共通デバイスモデル文書に示されている。

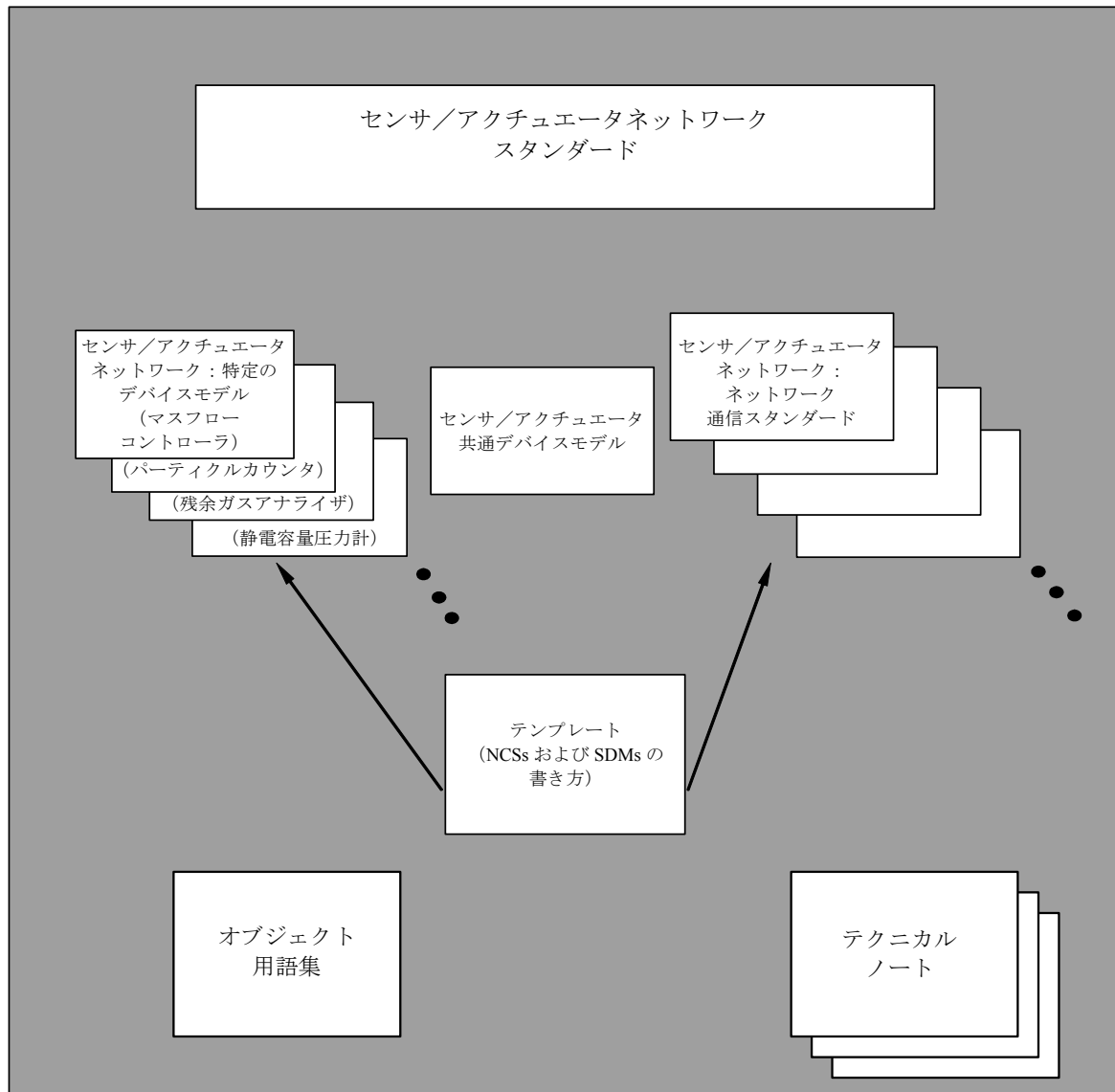


図 1
センサ/アクチュエータネットワーク関連文書

2.5 文書構造 – DeviceNet ネットワーク通信スタンダードは SEMI SAN NCS テンプレート文書構造に準拠している。この構造は図 2 に示されている。スタンダード文書は 2 つの主要部分で構成されている。最初の部分 (§ 1 から § 8 まで)では CDM オブジェクト構造およびビヘイビア(挙動, 振る舞い)のネットワーク上での表記法(つまりマッピング) (「CDM マッピング」と呼ばれている)だけでなく, プロトコルを可能にする SAN も規定している。後半部分 (§ 9)は, SEMI が規定している SDM ごとに, SDM オブジェクト構造およびビヘイビア(挙動, 振る舞い)のネットワーク上での表記法(つまりマッピング) (「SDM マッピング」と呼ばれている)を規定している。

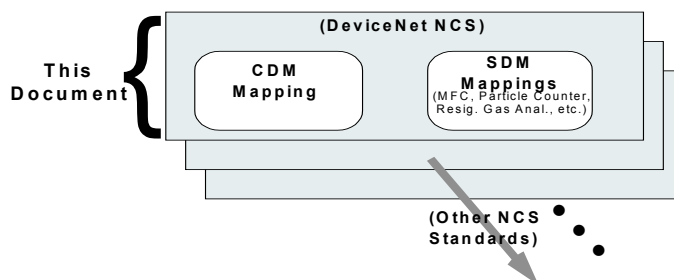


図 2

DeviceNet NCS 文書構造

2.6 *SDM マッピングの追加について* — 本文書の後半に追加されている SDM マッピングは文書追加事項と見なされ、そのように投票されている。対応する SEMI SDM が標準化されている、あるいは標準化のためのバロットが進行中である場合には、SDM マッピングはこの文書への追加としてのみ投票できる。

注意： このスタンダードおよび安全ガイドライン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。この文書の使用者は、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 DeviceNet のみを基にした半導体装置 SAN を規定するもので、DeviceNet 仕様書の連携文書である；そのため、このスタンダードの完全な仕様は必然的に DeviceNet 仕様書を含む。これ以外にも半導体装置 SAN 通信のオプションがある。そういったオプションの仕様はここには含まれていない。

3.2 このスタンダードは DeviceNet が現在必要としている性能に追加性能を提供する拡張を規定している。文書に一貫性を持たせるため、DeviceNet 仕様書の中のこのスタンダードと関連のある情報は本文書では繰り返されていない。本文書は、このスタンダードが DeviceNet 仕様書に課している拡張あるいは制限を述べるにとどまっている。

3.3 準拠テストプロシージャの完全な仕様書は DeviceNet プロトコル準拠テスト仕様書も含んでいる。準拠テストは DeviceNet 仕様書に対してこのスタンダードが要求している拡張および制限も含んでいる。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI スタンダードおよび安全ガイドライン

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

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

SEMI E54.18 — Specification for Sensor/Actuator Network Specific Device Model for Vacuum Pump Device

4.2 ISO スタンダード¹

ISO 7498 — Basic Reference Model for Open Systems Interconnection

ISO 11898 — Road Vehicles — Interchange of Digital Information – Controller Area Network (CAN) for High-Speed Communications

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

4.3 その他の文書

ODVA — DeviceNet Specification²

Controller Area Network Specification — Version 2, R. Bosch GmbH, + Postfach 50 D-7000, Stuttgart 1, Germany, 1991

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 この SAN スタンドアードの全文書に共通の用語も SAN で定義できる。別の SEMI 文書で定義されている用語もここに再録されている。

5.2 略語および頭字語

- 5.2.1 *CAN (Controller Area Network)* — コントローラエリアネットワーク
- 5.2.2 *CDM (Common device model)* — 共通デバイスモデル
- 5.2.3 *DM (Device manager)* — デバイスマネージャ(オブジェクト)
- 5.2.4 *DN (DeviceNet)* — DeviceNet
- 5.2.5 *MAC (media access control)* — メディアアクセスコントロール
- 5.2.6 *NCS (Network communication standard)* — ネットワーク通信スタンダード
- 5.2.7 *OSI (Open systems interconnect)* — オープンシステム相互接続
- 5.2.8 *OSS (Object services standard)* — オブジェクトサービススタンダード
- 5.2.9 *SAC (Sensor, actuator, controller)* — センサ, アクチュエータ, コントローラ(オブジェクト)
- 5.2.10 *SAN (Sensor/actuator network)* — センサ/アクチュエータネットワーク
- 5.2.11 *SDM (Specific device model)* — 特定のデバイスモデル

5.3 デバイスコンポーネントの定義 — このスタンダードは CDM データ構造およびネットワークでのビヘイビア(挙動, 振る舞い)の表記法あるいはマッピングを定義しているため, CDM 文書の用語の多くを使っている。表 1 は CDM 文書の基本的な用語を本文書および DeviceNet 仕様にマッピングしたものである。2 つ目の欄では, 定義の使われ方が CDM 仕様で規定されているのとまったく同じである場合, 等号(=)が書かれている。

表 1 NCS 用語の CDM へのマッピング

CDM の用語	NCS での同義語	DeviceNet での同義語
デバイス	=	=
デバイスモデル	=	=
オブジェクト	=, クラス	=, クラス
インスタンス	=	=
属性	=	=
ビヘイビア	=	=
サービス	=	=
状態図	=	=
バイト	=	=
ニブル	=	=
キャラクタ文字列	=	=

² Open DeviceNet Vendor Association; <http://www.odva.org>

5.4 DeviceNet 独自の定義

5.4.1 クラス(class) — 同じ種類のシステムコンポーネントを表すオブジェクトのセット。クラスとはオブジェクトを一般化したものである。あるクラスのオブジェクトは全部、形式もビヘイビア(挙動, 振る舞い)もまったく同じだが、属性値は異なる場合がある。

5.4.2 コントローラエリアネットワーク(controller area network (CAN)) — Bosch 社が自動車内ネットワークのために開発したプロトコル。CAN 仕様は OSI 参照モデル層 1 および 2, 特に物理的信号発信およびメディアアクセス/データリンクプロトコルを規定している。

5.4.3 デバイスプロファイル(device profile) — あるデバイスのための DeviceNet 仕様で、そのデバイスタイプのオブジェクトモデル、そのデバイスタイプの I/O データフォーマット、およびコンフィグレーションデータおよびそのデータへのオープンインタフェースが含まれている。

5.4.4 明示的メッセージ接続(explicit message connections) — DeviceNet ネットワーク上の接続で、2 つのデバイスの間の包括的、多目的通信経路を提供する。こういった接続は単にメッセージ接続と呼ばれることが多い。明示的メッセージは典型的な要求/応答指向性ネットワーク通信を提供する。

5.4.5 インプット/アウトプット接続(input/output connections) — DeviceNet ネットワーク上の接続で、一つの製作アプリケーションと一つ以上の消費アプリケーションの間の専用、特殊用途の通信経路を提供する。アプリケーション独自の I/O データはこういうポートを通して移動する。

6 通信プロトコルの高レベルな構造

6.1 DeviceNet プロトコルは 3 層構造にゆるやかに基づいている。こういった層は壊れた形式の OSI の 7 層構造を構成し、参照モデルの物理、データリンク、およびアプリケーション層にマッピングしている。しかし、DeviceNet は一般的には別の OSI 層に広く貢献している(接続サポートといった)追加機能を提供している。高レベルなプロトコル構造は図 3 に示されている。

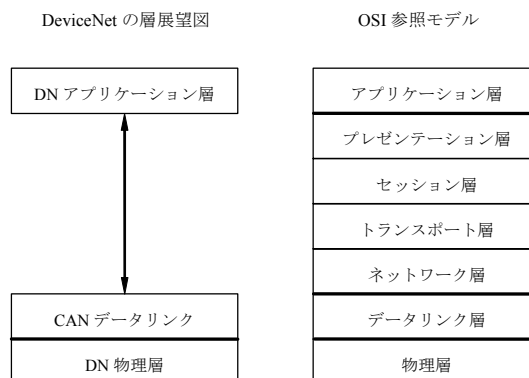


図 3
DeviceNet の層展望図

6.1.1 図 3 はデバイス構造の概念的展望図を表していることに注意する。準拠するインプリメンテーションは各層でこの仕様に定義されているサービスを実装し、(ネットワークから見て)この層を実装しているように見えなければならない。しかし、内部モジュールの分割は必要とされていない。インプリメンテーションは高いパフォーマンスを達成するためにモジュール性を犠牲にしてもよい。

6.2 DeviceNet の物理層は DN 仕様書の 1 巻にすべて規定されている。この層の特徴の中には、トランクラインードドロップラインのコンフィグレーション、ネットワーク駆動のデバイスおよび自己駆動デバイスの両方の同時サポート、および少なくとも 125 k, 250 k, 500 k ボーを含む選択可能なデータレートがある。データリンク層では、CAN 仕様で、衝突を避けフレームを確かに送信するメディアアクセスコントロールのためのキャリア感知マルチアクセスメカニズムを定義している。アプリケーション層は DeviceNet 仕様書の 1 巻および 2 巻に規定されており、層はアドレス

呼び出し可能なオブジェクトのグループとして DeviceNet アプリケーションを定義している。オブジェクトには 2 つの基本的なカテゴリがある:通信オブジェクトとアプリケーションオブジェクトである。通信オブジェクトは DeviceNet 上でのランタイム時のメッセージのやりとりを管理、規定している。アプリケーションオブジェクトは製品独自の特徴を実装し、and/or, DeviceNet 上のデバイスに関する製品独自の情報に対する論理的インタフェースを提供する。

6.3 本項ではこの後、OSI の 7 つの層参照モデル、オブジェクトモデル環境、およびネットワーク管理仕様という点からプロトコル構造を詳細に説明している。

6.4 物理層 — デバイスは、DeviceNet 仕様書の一部として出版されている“Interface Guidelines for DeviceNet Devices on Semiconductor Manufacturing Tools”のみならず、DeviceNet 物理層仕様に準拠しなければならない。これには物理的信号発信(レベルおよびボーレート — CAN 仕様に定義されている)、トランシーバ、ノード分離、メディア配列、ケーブルの仕様、ネットワークコネクタおよびタップ、および電力関係の事項(負荷限界、システムの許容誤差、および電力供給オプション)が含まれている。

6.4.1 物理層の拡張 — このスタンダードは DeviceNet 仕様に対する下記のような物理層の拡張をサポートしている:

- 伝達媒体は、トランクケーブルおよびドロップケーブルの両方を含め、DeviceNet Thin Cable とする。このケーブルに関する仕様および DeviceNet システムでの利用法(例、最大トランクおよびドロップ長)は、DeviceNet 仕様に含まれる。

6.5 データリンク層 — デバイスは DeviceNet データリンク層仕様(つまり、Controller Area Network Specification: Version2)に準拠する。これにはメディアアクセスコントロールメカニズムおよび論理的リンクコントロールメカニズムも含まれている。現在記述されているのは 11 ビットのみである。

6.6 ネットワーク層 — 別個のネットワーク層はない。

6.7 トランスポート層 — 別個のトランスポート層はない。この層の機能のいくつかはアプリケーション層で実装されている。独自の機能には下記のものが含まれる:フルメッセージ配送のための分割/再構成、およびノードツーノード接続の確立。

6.8 セッション層 — 別個のセッション層はない。

6.9 プレゼンテーション層 — 別個のプレゼンテーション層はない。DeviceNet メッセージでのデータタイプおよびプレゼンテーション法は DeviceNet オブジェクト定義およびオブジェクト属性およびサービス通信プロトコルの一部として規定されている。

6.10 アプリケーション層 — デバイスは、オブジェクト、その属性およびサービスの定義およびアドレス呼び出し、指定されたネットワークのビヘイビア(挙動、振る舞い)の実行のための DeviceNet アプリケーション層仕様に準拠する。デバイスは DeviceNet 仕様の“Interface Guidelines for DeviceNet Devices on Semiconductor Manufacturing Tools”コンポーネントのみならず、DeviceNet 仕様で規定されているオブジェクトモデル仕様に準拠する。さらに、デバイスは本文書の § 7 に定義されているオブジェクト仕様に準拠する。

6.10.1 オブジェクトモデル — DeviceNet プロトコルは、明確なオブジェクト、その属性およびサービスの生成、定義、およびアドレス呼び出し(つまり明確なメッセージ交換)、およびアプリケーションによって異なるフォーマットでのオブジェクト属性の集合の生成、定義および通信(つまりインプット/アウトプットメッセージ交換)のための、オブジェクト指向性の仕様を規定している。デバイスは DeviceNet 文書で規定されているオブジェクトモデル仕様に準拠する。さらに、デバイスは本文書の § 7 に定義されているオブジェクト仕様に準拠する。

6.11 ネットワーク管理 — デバイスは DeviceNet ネットワーク管理仕様(例えば、物理層のビットレート、重複 MAC ID の検出、マスター — スレーブ、およびピアツーピアのネットワーク管理など)に準拠する。本文書では(追加の)ネットワーク管理機能は規定していない。

7 必須オブジェクトタイプ

7.1 DeviceNet 仕様では、DeviceNet 準拠のデバイス全部に存在しなければならないオブジェクト(つまりクラス)を定め、説明している。Common Device Model 仕様では SEMI 準拠の SAN デバイス全部に存在しなければならないオブジェクトをさらに 2 つ(つまりデバイスマネージャ(DM)および sensor, actuator, controller(SAC)オブジェク

ト)を定めている。ここに記述されているネットワーク通信仕様を使うと、SEMI 準拠の SAN デバイスの必須オブジェクトタイプは、必然的に上記の要求事項をまとめたものとなる。

7.2 必須およびオプションのオブジェクトタイプのリストは表 2 に書かれている。CDM 仕様では、センサ、アクチュエータ、およびコントローラのオブジェクトタイプは必要とされておりオプションとされていることに注意する。図 4 に示されているように、こういったオブジェクトが一緒にまとまって SEMI 準拠および DeviceNet 準拠のデバイスを作っている。

7.3 DM と SAC オブジェクトのマッピングは、DeviceNet 内でひとつのオブジェクトとして一体化され、S デバイス・スーパーバイザ・オブジェクト(S-Device Supervisor (S-DS))と呼ばれる。

表 2 必須オブジェクトタイプ

オブジェクト	DN クラス ^{注1}	CDM タグ ^{注2}	DN 必須 ^{注1}	CDM 必須 ^{注2}	NCS 必須
アイデンティティ	01	なし ^{注3}	Yes	No	Yes
MR	02	なし	Yes	No	Yes
DN	03	なし	Yes	No	Yes
CNX	0.5	なし	Yes	No	Yes
DM (DS)	48	Dml0	No	Yes	Yes
SAC (DS)	48	SACI0	No	Yes	Yes
センサ	注4	SenIn	No	No	No
アクチュエータ	注4	ActIn	No	No	No
コントローラ	注4	CntIn	No	No	No
(その他)	注4	なし	No	No	No

注 1 詳細については DeviceNet 仕様書を参照のこと; 値は十六進数。

注 2 詳細については CDM 仕様書を参照のこと。

注 3 適用外。

注 4 アプリケーションによって異なる。

7.4 表 2 にリストアップされているオブジェクト型を集約したものとして、(DeviceNet)独自のデバイス型を表したもので、CDM 仕様および DeviceNet 仕様の両方に準拠しているもので、DeviceNet デバイスプロファイルの対象だけでなく SEMI SDM の範囲と考えられる。逆に、SEMI 適合の DeviceNet ネットワーク上での動作の使われる SEMI SDM および DeviceNet デバイスプロファイルはすべて、表 2 にリストアップされているオブジェクトタイプの集約となっていなければならない、CDM 仕様および DeviceNet 仕様の両方に準拠していなければならない。

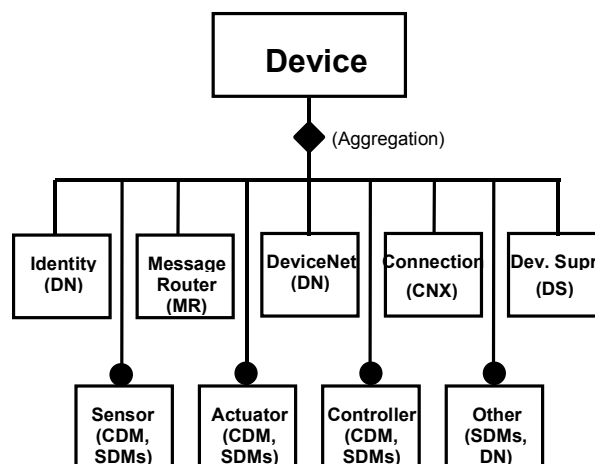


図 4
準拠を要するデバイスの集約関係