

ホワイトペーパー

ASi-5 は強力な機能と使いやすさでインダストリー4.0 をサポート

Knut Dettmer、シニアマネージャー、IoT・インフラ事業本部、ルネサス エレクトロニクス株式会社

2021年1月

概要

インダストリー4.0時代の産業用オートメーションデバイスは、これまで以上に多くのデータ処理を行う必要があります。従来機器の多くは実際のタスク実行のデータ処理で十分でしたが、ネットワーク化されたデバイスは、構成、診断、アラームレポート、パラメータなどの補助的情報も処理する必要があります。このように多様な情報ニーズを処理するためには、最新の産業通信ネットワークが必要となります。Actuator-Sensor-Interface Version 5 (ASi-5)は、従来型ASiシステムの信頼性を継承しつつ、サイクルタイムパフォーマンスを向上させ、高速・大容量のデータ処理をサポートするメカニズムを導入しました。ASi-5は、ケーブル設置が非常に柔軟で、システム全体のコストを低く抑えることができる今すぐに導入が可能なバスシステムです。ルネサス ASI4U-V5は、このASi-5規格の全モードでASi-5をフル活用できるアドオンタイプのシリコンソリューションです。

このホワイトペーパーでは、ASi-5テクノロジーの一例を紹介し、ASI4U-V5への実装方法を説明します。

ASI4U-V5Vとは

ルネサスは、通信・半導体技術のノウハウをASi-5規格に展開し、ASi-5ワンチップソリューションとして提供しました。特にアナログ技術については、非常に堅牢な最先端技術を革新的に実装しています。ASI4U-V5チップに加えて、ASi開発アライアンスからは、ASI4U-V5用の検証済みASi-5ファームウェアが提供されています。

ASI4U-V5の内部機能は、このファームウェアによってカプセル化されており、ユーザーはチップ内の構成を考える必要がなく、ASi-5の実装を大幅に簡素化できます。このファームウェアは、ASi-5規格で定義されている2つのデバイスモードに対応しています（図1を参照）。シンプルデバイスモードでは、プロセスデータがデジタルI/O経由でASI4U-V5に転送され、ASi-5プロトコルで順次転送されます。

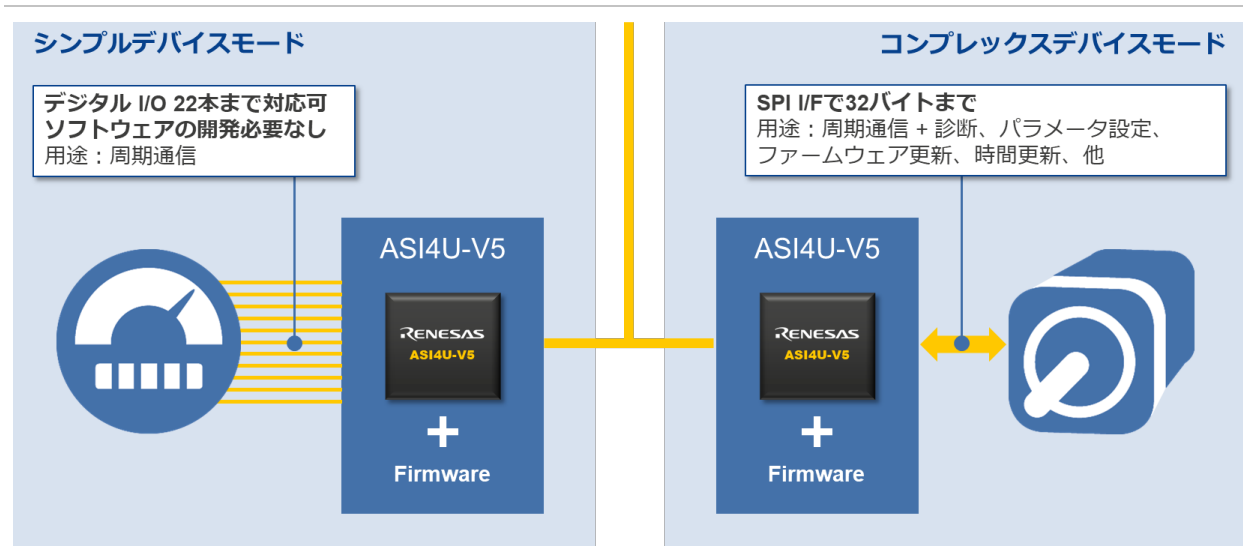


図 1： ASi-5 デバイスオプション

一方コンプレックスモードでは、プロセスデータが ASi4U-V5 チップで SPI インターフェースとして動作し、単位サイクルあたり最大 32 バイトのデータ転送が可能なので、柔軟なアプリケーションシナリオが可能となるとともに、ASi-5 の拡張機能にアクセスできるようになります。

ASi-5 の通信規格

- データ伝送方式

従来規格 ASi との互換性が、ASi-5 規格の重要な要件です。同じケーブル上で ASi-3 との互換性を確保するために、ASi-5 データは ASi-3 チャンネルより高い周波数帯域で伝送されます。ASi-3 は、時分割多重方式 (TDM) で、5 ミリ秒サイクルタイムに最大 31 スレーブデータ (A/B アドレス指定の 62 スレーブ) をシケンシャルに交換します。ASi-3 は 50kHz~500kHz の周波数帯域を使用しますが、ASi-5 は 2~8MHz 帯域で直交周波数分割多重方式 (OFDM) の変調をします。そのため、利用可能な周波数帯域が多くのサブ帯域に分割され、それぞれの帯域で個別のデータストリームを送信することが可能です。

ASi-5 の周波数チャンネルスペーシングは 58.59kHz です。通常動作時は、最低 136 チャンネルを ASi-5 通信に割り当てることができ、時分割多重方式で最初に 1.2 ミリ秒以内にマスターからスレーブにデータ転送し、次にスレーブからマスターにデータを転送します。この変調方式は、差動直交位相偏移変調 (DQPSK) で、送信シンボルごとに 2 つのデータビットが送信できます。

・ **タイムチャンネル冗長の概念**

1. 時間域冗長性 その1 : シンボルの2重送信
2. 時間域冗長性 その2 : データフレームにCRCを付加
3. 周波数域冗長性 2003のトランスポートチャンネル

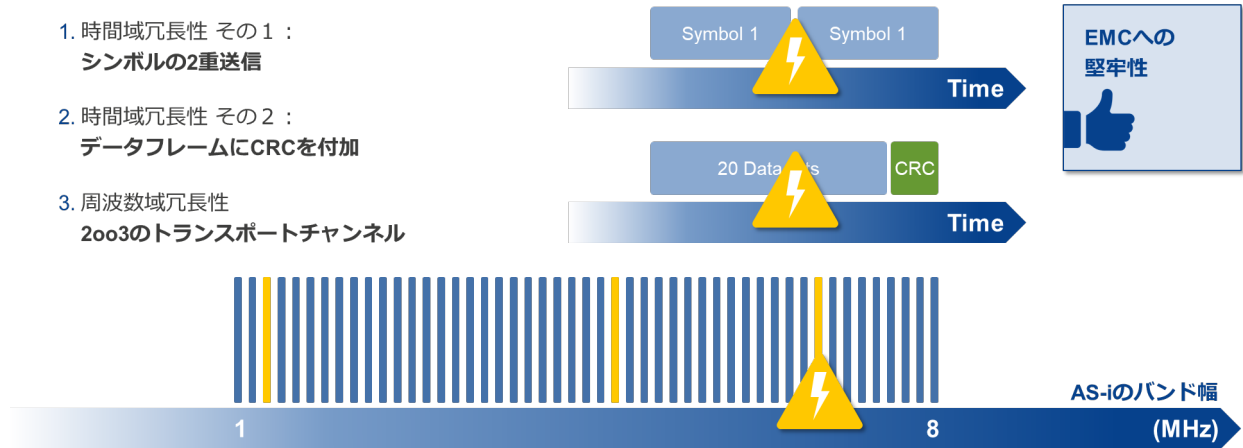


図 2： アンマッチド EMC 堅牢性

・ **冗長伝送保護機能で EMC の堅牢性を強化**

サイクル毎に各データチャンネルで双方向 20 ビットが送信され、巡回冗長検査 (CRC) によりエラーを効果的に特定できます。各プロセスデータは、3 チャンネル同時に送信され、受信側はプロセスデータの有効認識のため、少なくとも 2 つのチャンネルで同一データを受信 (2003 保護) する必要があります。さらに追加の安全策として、各シンボルが 2 回連続して送信されます。これにより、短期的な電磁干渉から保護されます。このように ASi-5 では、外部干渉からデータ送信を保護するために、3 タイプの異なる冗長伝送保護機能で、過酷な通信環境でも安定したデータ伝送が可能です。

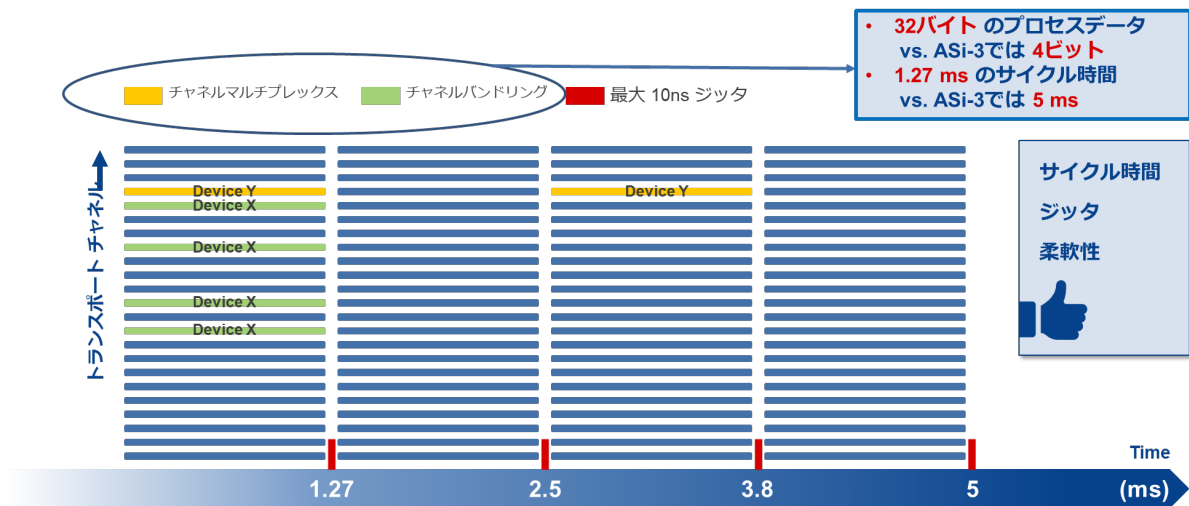


図 3： サブサイクル/チャンネルバンドリング&マルチプレックス/ジッタ

- アプリケーションに沿ったバス構成

図 3 は、1.2 ミリ秒のサイクルで最大 24 の論理伝送チャネルを確保していることを示します。これは、最大 24 スレーブのアドレス指定が可能であることを意味します。また、より多くのスレーブを接続する場合は、時分割多重化手順を使用して、複数のスレーブが同じ伝送周波数を共有します。これにより、2.5 ミリ秒、3.8 ミリ秒、または 5 ミリ秒のサイクル時間が達成され、最大 48、72、または 96 のスレーブが接続可能となります。

- ネットワークノードごとに柔軟に設定可能なデータレート

サイクル毎に 16 ビットを超える I/O データを送信する場合は、チャネルのバンドルと多重化によって実現できます。チャネルバンドリングは、サブサイクル内の複数チャネルを接続します。多重化は、複数チャネルを複数サブサイクルで接続します。これにより、1 サイクルで最大 32 バイトまで交換することができます。

サイクルデータに加えて、非同期管理チャネル（AMC）と呼ばれる非同期チャネルが用意されています。このチャネルは、通信用に 4 つのキャリア周波数を結合し、5 倍冗長性で構成され、20 本のキャリア周波数を占有します。スレーブのアクティブ化は、まず AMC 経由でネゴシエートされます。さらに、AMC は診断やパラメータ化などの多くの新しい制御メカニズムを可能にします。

ASI4U-V5 : ASi-5 シリコンソリューションの伝送機能

- 機能とインターフェース

ASi-5 機能規格は、すべて ASI4U-V5 シリコンソリューションに組み込まれています。お客様はそれぞれのアプリケーションの接続に集中でき、ASi-5 トランシーバーを簡単に統合できます。図 4 は、ASI4U-V5 チップを使用した一般的なアプリケーションを ASi-5 バスへ接続した例です。

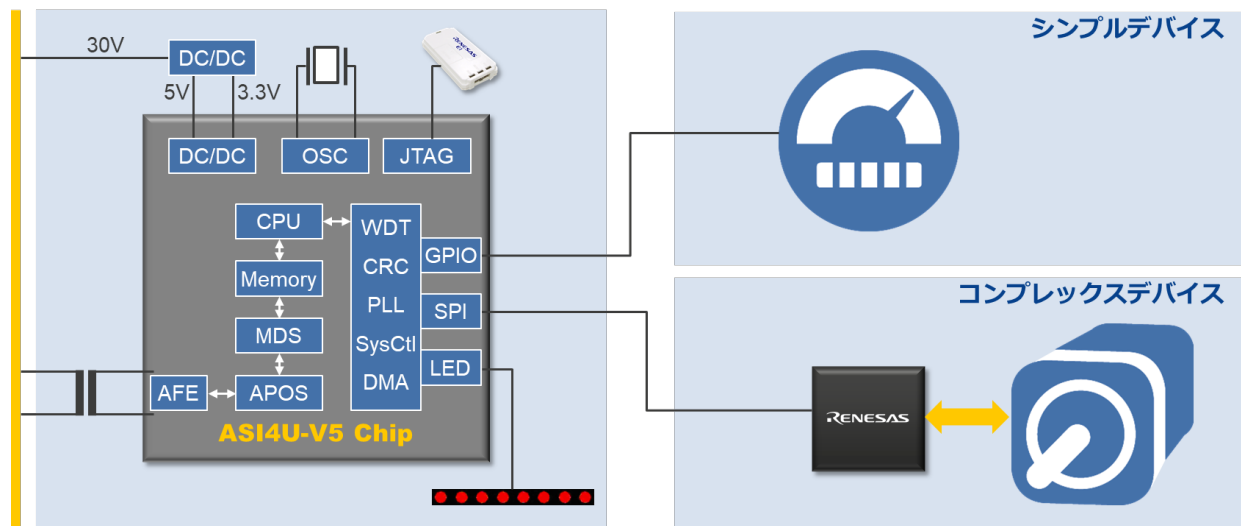


図 4： ASI4U-V5 のインターフェースと応用例

ASi-5 ファームウェアは、チップ内部の不揮発性メモリに保存されます。アプリケーションに依存する ASi-5 構成部分は、センサーやデバイスの製造元によるデバッグインターフェイスを介して、指定されたフラッシュメモリの特定領域に保存されており、それを ASi-5 ファームウェアが解釈し制御します。

ライン上の ASi-5 信号は、受信の場合、トランスを介してチップ内部のアナログ・電源・発振器ブロック (APOS) に結合されます。APOS ブロックにおいて、信号は増幅器ステージと信号フィルターを介して、受信ユニット内の高精度アナログ-デジタルコンバータに送られます。アナログ-デジタル変換後、信号はデジタルブロックによって復調データに変換され内部メモリに保存されます。バースト検出器は、受信パスが外部干渉によってオーバードライブされたことを検出し、外部干渉で生じた誤りデータをマーキングします。そして、前述した冗長伝送メカニズムを使用してデータの回復を図ります。

これ以降の処理は CPU が引き継ぎます。送信の場合は、送信データが同様の方法で伝送されます。CPU は、送信するデータを内部メモリに保存します。変調器ユニットは信号をデジタル変調し、データ値を APOS のアナログ-デジタル変換器に転送します。その先、インピーダンスコンバーターとフィルターを介してラインドライバに送られ、ラインドライバは ASi ラインで信号を送信します。

供給電圧は、ASi ライン (24~30V) から確保され、さらに 4 つの電圧がチップ内 LDO によって生成されます。

シンプルデバイスモードのアプリケーションでは、最大 22 個の I/O データが GPIO を介して対応するアプリケーションに直接接続できます。各 GPIO は、対応する ASi-5 トランスポートチャンネルに直接結合されます。アプリケーションの動作には、対応する構成のみを ASI4U-V5 デバイスのフラッシュに保存する必要があります。すべてのシンプルデバイス固有のプロパティは、オンチップ構成セクターを介して設定できます。アプリケーションは ASI4U-V5 デバイスを指定し動作させるためのソフトウェアコンポーネントを必要としません。これにより、シンプルデバイスモードの実装が非常に簡単になります。

一方、コンプレックスデバイスモードのアプリケーション用インターフェイスは、チップ内の SPI インターフェイスになります。また、コンプレックスデバイスモードでは、ファームウェアによって複雑にデバイスデータがカプセル化されています。このモードでは、サイクルごとに最大 32 バイトのプロセスデータを転送できます。シンプルデバイスとは対照的に、SPI インターフェイスを介して診断やイベント処理を提供することが可能です。LED インターフェイスは、規格に従ってステータス LED を独立して制御します。

結論

ASi-5 は、広範で革新的な機能によりインダストリー4.0のアプリケーションをサポートし、リアルタイム通信だけでなく、パラメータ化、診断、アラームレポートなどの補助的な機能もサポートしています。伝送技術は最先端であり、非常に堅牢です。ルネサスの ASI4U-V5 は、この ASi-5 インターフェイスを最小限の作業で導入できるチップです。複雑な伝送方式の実装は ASI4U-V5 チップのハードウェアとファームウェアに分割されており、シンプルデバイスモードのアプリケーションでは、ASI4U-V5 チップにプロセスデータを提供するだけです。ASI4U-V5 はコンパクトで省電力なので、アプリケーションが最小サイズでも導入可能です。統一されたファームウェアにより、ASi-5 コンポーネントの相互運用性が保証され、ASi-3 との互換性により、従来構成を簡単に拡張できます。ルネサスは、チップ、ファームウェア、開発ボードに加え、シリコンソリューションとそのアプリケーションに関する広範なドキュメントも提供しています。

ルネサスは、AS14U-V5 チップを 64 ピン QFN パッケージ (9 x 9 mm、0.5 mm ピッチ) で提供し、通常動作時の消費電力は 0.5 ワット未満で、産業用動作温度 (-40~85° C) をサポートしています。また、レファレンス回路を提供しており、IC サンプルとスターターキットをご利用いただけます。

詳細情報

[AS14U-V5](#) : 完全準拠 ASi-5 トランシーバ ASSP

© 2021 ルネサスエレクトロニクスまたはその関連会社 (Renesas) 無断複写・転載を禁じます。全著作権所有。すべての商標および商品名は、それぞれの所有者のもので、ルネサスは、本書に記載されている情報は提供された時点では正確であると考えていますが、その品質や使用に関してリスクを負いません。すべての情報は、商品性、特定の目的への適合性、または非侵害を含むがこれらに限定されないことを含め、明示、黙示、法定、または取引、使用、または取引慣行の過程から生じるかどうかを問わず、いかなる種類の保証もなく現状のまま提供されます。ルネサスは、直接的、間接的、特別、結果的、偶発的、またはその他のいかなる損害についても、そのような損害の可能性について通知された場合でも、本書の情報の使用または信頼から生じる責任を負いません。ルネサスは、予告なしに製品の製造を中止するか、製品の設計や仕様、または本書の他の情報を変更する権利を留保します。すべてのコンテンツは、米国および国際著作権法によって保護されています。ここで特に許可されている場合を除き、本資料のいかなる部分も、ルネサスからの事前の書面による許可なしに、いかなる形式または手段によっても複製することはできません。訪問者またはユーザーは、公共または商業目的で、この資料の派生物を修正、配布、公開、送信、または作成することを許可されていません。