

SX9Z-B759(1)



インストラクションマニュアル

SX5A-MBR04

**AS-Interface Safety at Work 対応
セーフティモニタ**

IDEC株式会社

(C) 特に複製、翻訳の権利を含む全ての権利は、保護されています。コピーや複製などには、著作権所有者の書面による許可を必要とします。商品名は、登録商標です。メーカーは、技術の進歩につながる変更を、予告なく行う権利を有します。

目次

1. 概要	3
1.1 記号の説明	3
1.2 適合証明	3
1.3 規格	3
1.4 用語の定義	4
1.5 略語	5
1.6 AS-Interface の説明	6
1.7 AS-Interface セーフティモニタのバージョンについて	7
2 安全のための注意事項	8
2.1 安全規格	8
2.2 使用規定	8
2.2.1 使用条件	8
2.2.2 残留リスク (EN 292-1)	8
2.2.3 適用範囲	9
2.3 準備	10
3 仕様	11
3.1 一般仕様	11
3.2 IEC61508 に対応した PFD	13
3.3 外形寸法図	14
3.4 同梱品およびアクセサリ	14
4 設置	15
4.1 操作盤内への設置	15
5 AS-Interface セーフティモニタの接続	18
5.1 端子割当て	18
5.2 接続の概要	20
6 AS-Interface バスへの接続	21
6.1 AS-Interface ケーブルへの接続	21
6.2 設定用インターフェース	22
7 機能とセットアップ	23
7.1 動作モード	23
7.1.1 始動モード	23
7.1.2 設定モード	24
7.1.3 保護モード	24
7.2 LED 表示と動作状態	25
7.3 AS-Interface セーフティモニタの始動	26
7.4 AS-Interface セーフティモニタの設定およびパラメータ設定	26
7.5 アプリケーションに対する安全技術文書の作成	27
8 保守	28
8.1 安全停止機能の点検	28
9 ステータスメッセージ、エラーおよびエラーの解消	29
9.1 ステータス表示とパソコンによるエラー診断	29
9.2 トラブルシューティング	29

9.3 「Service」ボタンによる、エラーロック解除.....	29
9.4 故障したセーフティスレーブの交換.....	30
9.4.1 故障したセーフティスレーブの交換.....	30
9.4.2 複数の故障したセーフティスレーブの交換.....	31
9.5 故障した AS-Interface セーフティモニタの交換.....	32
9.6 パスワードを忘れてしまったとき.....	33
10 AS-Interface による診断.....	34
10.1 基本手順.....	34
10.2 メッセージ.....	35
10.2.1 AS-Interface セーフティモニタの診断.....	35
10.2.2 AS-Interface 診断:“OSSD 毎に送信”.....	38
10.2.3 AS-Interface 診断:“デバイス順に送信”.....	40
10.3 例: OSSD 毎に送信されるリクエストデータの処理手順.....	42
11 AS-Interface を使用したセーフティバスシステム.....	43
11.1 概説.....	43
11.2 バスシステム機器の通信部ハードウェア構成.....	45
11.3 安全に対応したテレグラムの構造.....	49
11.4 伝送エラー対策.....	51
11.5 残存エラー率の検証.....	52
11.6 起動 / 修理.....	55
11.7 有用性.....	56
11.8 メーカー.....	56
11.9 参考文献一覧.....	57

1. 概要

このたびは弊社製品をお買い上げいただき誠にありがとうございます。本製品の取付け、配線作業、運転および保守・点検を行う前にこのインストラクションマニュアルをよくお読みいただき正しくご使用ください。

また、このインストラクションマニュアルは最終ユーザー様へ渡すようご配慮ください。

なお、本製品の取り扱いには電気の専門知識が必要です。

1.1 記号の説明

本製品は厳しい品質管理体制のもとで製造されておりますが、万一本製品の故障により重大な事故や損害の発生の恐れがある用途へご使用の際はバックアップやフェールセーフ機能をシステムに追加してください。

本取扱説明書では、誤った取り扱いをした場合に生じることが想定される危険の度合いを「警告」「注意」として区別しています。それぞれの意味するところは以下のとおりです。



警告！

取り扱いを誤った場合、人が死亡又は重傷を負う可能性があります。



注意！

取り扱いを誤った場合、人が傷害を負うか物的損害が発生する可能性があります。



ヒント

重要なヒントを示します。

1.2 適合証明

AS-Interface セーフティモニタは、欧州における現行の規格および指令のもとで開発・製造されました。

本製品の製造者は、ISO 9001 による品質保証システムを取得しています。

1.3 規格

- Draft: Fundamentals for the testing and certification of "Bus systems for the transmission of safety-relevant messages"
- EN 954-1 - Safety of machines – safety-related elements of control systems
- EN 50295 - Low-voltage switching devices; control-system and device interfaces; actuator sensor interface (AS-i)
- EN 60204-1 - Safety of machines – electrical equipment for machines – Part 1: general requirements
- EN 60947-5-1 - Low-voltage switchgear and control gear - Part 5-1: control devices and switching elements; electromechanical control devices
- EN 61496-1 - Non-contact safety guards
- IEC61508 1-7 - Functional safety of electric/electronic/programmable electronic systems with safety function

1.4 用語の定義

AS-Interfaceセーフティモニタの安全出力

セーフティモニタにダウンロードされた設定に基づいて安全出力に接続された下位の制御機器を安全にオフ状態にすることができます。また、安全出力はセーフティモニタのすべての入力が規定通りに動作している場合にのみオンの状態に移行し、その状態を維持します。

出力回路

2 つの論理的に接続された出力回路から構成される。

OSSD

監視されているAS-Interface機器が論理的に接続される出力回路。危険源となる機械のロックを解除する。

機能内蔵スレーブ

センサ機能およびまたはアクチュエータ機能とAS-Interface 通信機能が 1ユニットで構成された機器。

設定モード

セーフティモニタの設定を読み書きできるモード。

AS-Interfaceマスタ (マスタ)

AS-Interface ネットワークにおいて、データ送信の論理と時間を制御するための機器。

外部デバイスモニタ (EDM)

外部デバイスモニタは、セーフティモニタの出力に接続されるコンタクタのスイッチング機能を監視する。

安全出力

「AS-Interfaceセーフティモニタの安全出力」を参照してください。

AS-Interfaceセーフティ入カスレーブ

接続された安全を監視する機器(安全スイッチ、ライトカーテン、イネーブルスイッチ、非常停止スイッチなど)の状態をAS-Interfaceマスタ、あるいはAS-Interface セーフティモニタに送信するスレーブ。

AS-Interfaceセーフティスレーブ (セーフティスレーブ)

安全入力機器や安全出力機器を接続するためのスレーブ。

AS-Interfaceセーフティモニタ（セーフティモニタ）

セーフティスレーブの監視および、ネットワーク機能を監視する機器。

スレーブ

マスタからの問い合わせがある時にのみ返答を行なうデータ送信機器。マスタはネットワーク上に設置されたスレーブ(それぞれのスレーブには固有のアドレスが割り付けられる)に対して順次問い合わせを行ない、問い合わせられたスレーブ(アドレスが一致した)だけが返答を行なう。

AS-Interface標準スレーブ（標準スレーブもしくはA/Bスレーブ）

非安全機器(安全に関連しないセンサ、アクチュエータ、その他の機器)に接続するスレーブ。

同期化のタイミング

相互依存関係にある2つのイベント間の最長許容時間間隔。

1.5 略語

AS-Interface	アクチュエータ センサ インターフェース (Actuator Sensor Interface)
BWS	非接触安全機器(例えばセーフティライトカーテン)
CRC	誤り検出方式 (Cyclic Redundancy Check)
I/O	入力/出力 (Input / Output)
EDM	外部デバイスモニタ(External Device Monitor)
EMC	電磁両立性(Electromagnetic Compatibility)
ESD	静電気放電(Electrostatic Discharge)
PELV	保護超低電圧 (Protective Extra-Low Voltage)
PFD	安全機能が要求されるときに機能しない確率(Probability of Failure on Demand)
PLC	プログラマブルロジックコントローラ(Programmable Logic Controller)

1.6 AS-Interface の説明

アクチュエータセンサインタフェース (AS-Interface) は、主としてオートメーション階層の最下層フィールドで使用するバイナリタイプのセンサとアクチュエータをネットワーク化するためのシステムとして、市場で確実な地位を得ています。多数の導入実績を持ち、簡単な操作と信頼性を有する AS-Interface は、機械の安全面にも寄与しています。

AS-Interface システムは、EN 954-1 による安全カテゴリ 4 まで対応しています。ひとつのネットワーク上で、標準スレーブとセーフティスレーブとの混在も可能です。



ヒント

AS-Interfaceの安全通信方法についての概要は、本マニュアルの最後、11章に記載されています。

AS-Interface セーフティモニタ(以降、セーフティモニタ)は AS-Interface システム内において、ユーザが 設定ソフトウェアにより割り付けたAS-Interfaceセーフティスレーブ(以降、セーフティスレーブ)の監視を行ないます。セーフティモニタの安全出力は、接点監視機能付きの独立または連動型安全出力が2個まで使用可能です。セーフティモニタの保護モードにおいて、非常停止スイッチが押されるなど停止要求が出された場合やシステムに故障が生じた場合、セーフティモニタは最大応答時間 40 ms以内システムを確実に停止させます。

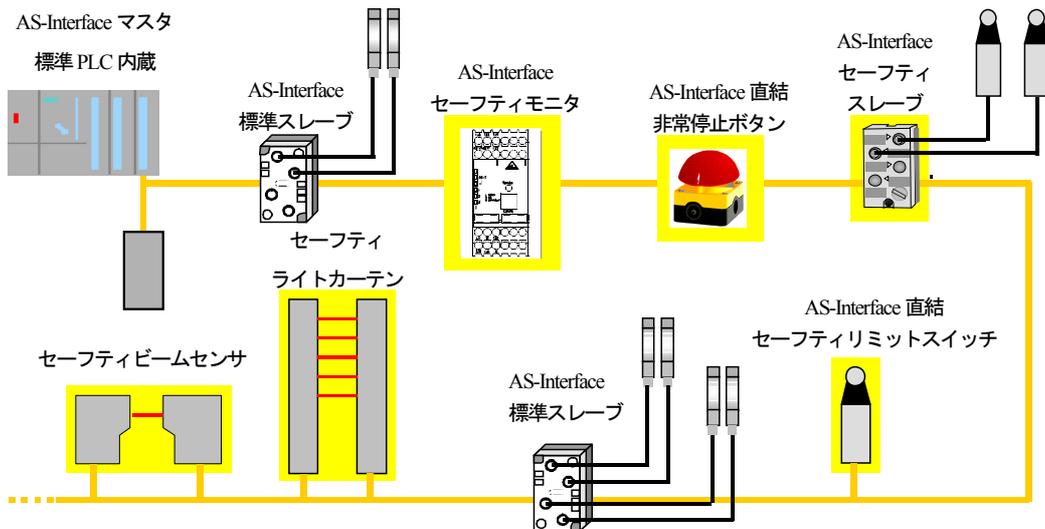


図 1.1 AS-Interface システムにおけるセーフティスレーブと標準スレーブの混在

ひとつの AS-Interface システム内で、複数のセーフティモニタを使用することができます。その場合、複数のセーフティモニタがひとつのセーフティスレーブを監視することも可能です。

1.7 AS-Interface セーフティモニタのバージョンについて

対応可能なファンクション、および出力回路数の違いにより4つのタイプのセーフティモニタがあります。

対応可能なファンクションの違いによりベーシック版と拡張版に区分されます。

次に出力回路数の違いにより各タイプに区分されます。

	ベーシック版	拡張版
設定可能なデバイス数	32	48
OR 論理ゲートに接続可能な入力点数	2	6
AND 論理ゲートに接続可能な入力点数	無	6
セーフタイムファンクション、オン遅延およびオフ遅延	無	有
キー入力デバイス	無	有
バウンス除去機能付安全ガードデバイス	無	有
ロック付安全ガード(2チャンネル制限連動型)デバイス	無	有
デバイスの有効・無効制御機能	有	有
エラーロック解除機能	有	有
停止診断機能	有	有
A/B スレーブ(標準スレーブ)の使用	有	有
新しい機能デバイス(フリップ・フロップ、エッジ検出など)	無	有
ダミーデバイス	無	有

表 1.1 ベーシック版と拡張版の比較



ヒント

機能の詳しい説明は、AS-Interfaceセーフティモニタ設定ソフトウェア、インストラクションマニュアル(SX9Y-ASMTR)に記載されています。

出力回路の違いについて

タイプ1 とタイプ3 出力回路×1

タイプ2 とタイプ4 出力回路×2

		機種	
		ベーシック版	拡張版
出力回路数	1	タイプ1	タイプ3
	2	タイプ2	タイプ4

表 1.2 各機種の特徴



ヒント

本機種(SX5A-MBR04)はタイプ4となります。

2 安全のための注意事項

2.1 安全規格

セーフティモニタは、適用される安全規格に従って、設計・製造・検査され EU 設計標準検査を受けました。本製品は EN 954-1 のカテゴリ 4 および IEC61508 の SIL 3 に定められた安全技術要求項目を満たしています。



ヒント

故障確率(PFD/PFH)についての詳しい説明は、3.2章に記載されています。

リスクアセスメントに応じて、危険発生領域を切り離すための遮断保護装置として、セーフティモニタを安全カテゴリ4で使用することができます。

2.2 使用規定

2.2.1 使用条件

セーフティモニタは、動力設備における危険発生領域を切り離すための遮断保護装置として開発されました。



警告！

機器が使用条件に従って使用されない場合、作業員や設備への保護は保障されません。



警告！

本書で明確に記載された個所以外は、機器に手を加えたり変更をしないでください。

2.2.2 残留リスク (EN 292-1)

本書のアプリケーションや接続例は、非常に綿密なテストと検証に基づいて記載されています。また、記載された機器や配線例は、安全に関連する規格や指示を遵守しています。ただし以下のような場合には、危険が残存します。

- ・ 本書で記載された配線例から逸脱し、その結果、安全機器あるいは保護装置が安全回路と接続されていない、または不十分な接続になっている場合。
- ・ 機械の操作、調整、整備に関して該当する安全規則を遵守しない場合。機械の検査および整備は必ず定期的実施してください。

2.2.3 適用範囲

本規定を守って使用する場合に限り、セーフティモニタは人体と機器を保護するセンサ制御システムの動作に対して、EN 954-1 のカテゴリ 4 まで対応します。

セーフティモニタには、自動制御機器に要求される非常停止機能(停止カテゴリ 0 または 1)や機械の安全な再起動の監視機能および機械のON/OFF制御機能があります。

セーフティモニタの使用例:

セーフティモニタは、配線コストの削減を目的に標準 AS-Interface バスに接続して使用します。セーフティモニタを使って既存の AS-Interfaceバスの設定を拡張することにより、AS-Interface Safety at Workの機能を内蔵した安全機器をAS-Interfaceバスに接続できます。AS-Interface Safety at Work機能を内蔵していない通常の安全機器は、AS-Interface Safety at Work機能を有する接続モジュールに接続することで使用できます。既存の AS-Interface マスタと AS-Interface 電源は、そのまま使用することができます。

アプリケーションによる使用上の制限はありません。主なアプリケーションは下記の通りです。

- ・工作機械
- ・木材および金属の分野における多数の制御部品とセーフティセンサを用いた拡張された処理機械
- ・印刷機、製紙用機械、切断機
- ・梱包用機械(単独型および連動型)
- ・食品機械
- ・搬送コンベア装置
- ・ゴム産業、プラスチック産業の成形機
- ・自動組立機械、手動操作機械

安全のための注意事項

2.3 準備

文書

本書のすべての記載事項をお読みください。特に「安全のための注意事項」および「起動」については記載事項をよくお読み下さい。本書は大切に保管し、常に参照できるようにしておいてください。

安全規則

地域で定められた現行の規則、雇用者責任保険協会の規約を遵守してください。

有資格者

セーフティモニタの配線組立作業、起動、保守整備は資格を有する専門の担当者が行なってください。

また、電気関連の作業は電気の専門知識を有する担当者が行なってください。

PCと設定ソフトウェアを使ってセーフティモニタの設定を調整・変更する場合は、安全管理者が行なってください。

セーフティモニタの設定を変更するためのパスワードは、安全管理者が厳重に保管してください。

修理

特にセーフティモニタのハウジングを開ける必要のある修理は、メーカー担当者またはメーカーが委託した担当者が行ないます。

上記以外の場合、製品に対する保証はできません。

廃棄処理



ヒント

本製品を廃棄する場合は産業廃棄物として扱ってください。また、地域の規則を守って廃棄してください！
セーフティモニタには廃棄処理の際に取り外す必要のある電池は使用していません。

3 仕様

3.1 一般仕様

電氣的仕様

定格動作電圧	DC24V±15%
残留リップル	<15%
定格動作電流	200mA
電源投入時の突入電流*1	600mA
応答時間(安全関連部)	<40ms
起動遅れ時間	<10s

*1 全てのリレー、シグナル・アウトプットに、同時に電源を入れた場合は考慮されていません。

AS-Interface 通信部仕様

AS-Interface プロファイル	モニタ 7.F
AS-Interface 電圧範囲	18.5~31.6V
AS-Interface 消費電流	<45mA
AS-Interfaceセグメント毎の最大スレーブ数	31 のスタンダードアドレスを割り振った、AS-Interfaceシステムに、さらに最大4 台の、アドレス無しのセーフティモニタをインストールできます。 31 のスタンダードアドレスを使い切っていない場合、空きアドレスごとに1 台のセーフティモニタをインストールできます。アドレス無しの機器(例:アース接続監視モジュール)をインストールした場合、インストールできるセーフティモニタの数は、該当機器の数分だけ減ります。これは、リピータを使用する場合、セグメント毎に該当します。

設定用インターフェース仕様

インターフェース	RS232C
通信速度	9600 bps パリティなし、開始ビット 1、終了ビット 1、データビット 8

入出力仕様

「スタート」入力	フォトカプラ入力(High でアクティブ) 入力電流:約10mA (DC 24 V 時)
「外部デバイスモニタ」入力	フォトカプラ入力(High でアクティブ) 入力電流:約10mA (DC 24 V 時)
「safety on」メッセージ出力*1	PNP トランジスタ出力、200 mA 短絡および逆接続保護
安全出力	無電圧 NO 接点 最大接点負荷 DC-13:DC 24V, 1A AC-15:AC 230V, 3A
連続通電電流	全ての安全出力回路の最大総電流: 8 A 出力回路1 : 1出力回路につき3 A 出力回路2 : 1出力回路につき1 A または、 出力回路1 : 1出力回路につき 2 A 出力回路2 : 1出力回路につき 2 A
ヒューズ	最大4A低速遮断タイプ(外付け)
過電圧カテゴリ	3: 定格動作電圧AC 300 V VDE 0110 Part 1 に準拠

*1 メッセージ出力は安全関連部ではありません！

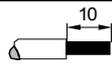
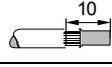
環境仕様

動作周囲温度	-20~+60 °C
保存周囲温度	-30~+70 °C
保護構造	IP 20(電気操作室内または IP54 以上の操作盤内での使用に限る)

機械的仕様

寸法(幅×高さ×奥行)	45×105.9×120mm
ハウジング材質	ポリアミド樹脂 PA 66 黒色
質量	約 450 g
設置方式	DINレールにスナップで固定 EN 50022 に準拠

配線

ネジサイズ	締付けトルク
M3.5 	0.8~1.2N・m 7~10.3LB・IN
被覆むき長さ	本数×適合電線径
	1×(0.5~4.0)mm ² 2×(0.5~2.5)mm ²
	1×(0.5~2.5)mm ² 2×(0.5~1.5)mm ²
AWG	2×(20~14)

**警告！**

AS-Interface 機器に電源を供給するAS-Interface電源は、IEC 60742 に準拠して主電源(入力)と出力が安全に分離され、さらに 20 ms以下の瞬時停電においても安定して電圧を出力できるものを使用して下さい。

セーフティモニタに供給する 24 V電源は、IEC 60742 に準拠して主電源(入力)と出力が安全に分離され、さらに 20 ms以下の瞬時停電においても安定して電圧を出力できるものを使用して下さい。

**注意！**

セーフティモニタは、EN 61000-4-2 に準拠して 8 kV 気中放電で障害のないことを試験済みです。 EN 61496-1 で規定される15 kV 気中放電による試験はセーフティモニタには適用しません。その理由は、セーフティモニタが保護用ハウジングかまたは操作盤に収納されること、および資格を有する専門の担当者によって扱われるためです。ただし、セーフティモニタの設定用インターフェース(CONFIG)に、シリアルインターフェースケーブル(形番: SX9Z-PCCABLE)を接続する前に、適切な方法で静電気を放電するようお勧めします。

3.2 IEC61508 に対応した PFD

システム全体のPFD の値は、セーフティモニタの、最長連続動作時間を持つ出力回路(複数可) に接続された機器から算出します。

結果は、以下の表を参照してください:

チェック間隔	総動作時間	PFD
3ヶ月	10年	$< 4 \times 10^{-5}$
6ヶ月	10年	$< 6 \times 10^{-5}$
12ヶ月	10年	$< 9 \times 10^{-5}$

表 3.1 動作時間と PFD (安全機能が要求されたときに機能しない確率)

チェック間隔とは、安全機能が必要とされるまでの時間、あるいは安全機能のチェックが行われる最大の間隔のことです。なお、このチェックにおいては、安全に関わる全ての機器を動作させ、安全な停止が行われるかどうかを検査します。

総動作時間とは、PFD を計算するにあたり使用される安全システムのセットアップから解体までの寿命のことです。これは故障確率の計算に用いられます。

セーフティスレーブなど、セーフティシステム内の他の機器のPFD を合算し、トータルのPFDを割り出します。ここで、算出された値をもとに、IEC 61508 に基づいた安全性のレベルに分類することができます。

チェック間隔	総動作時間	PFH
12ヶ月	10年	$< 9 \times 10^{-9}$

表 3.2 単位時間あたりの PFH

3.3 外形寸法図

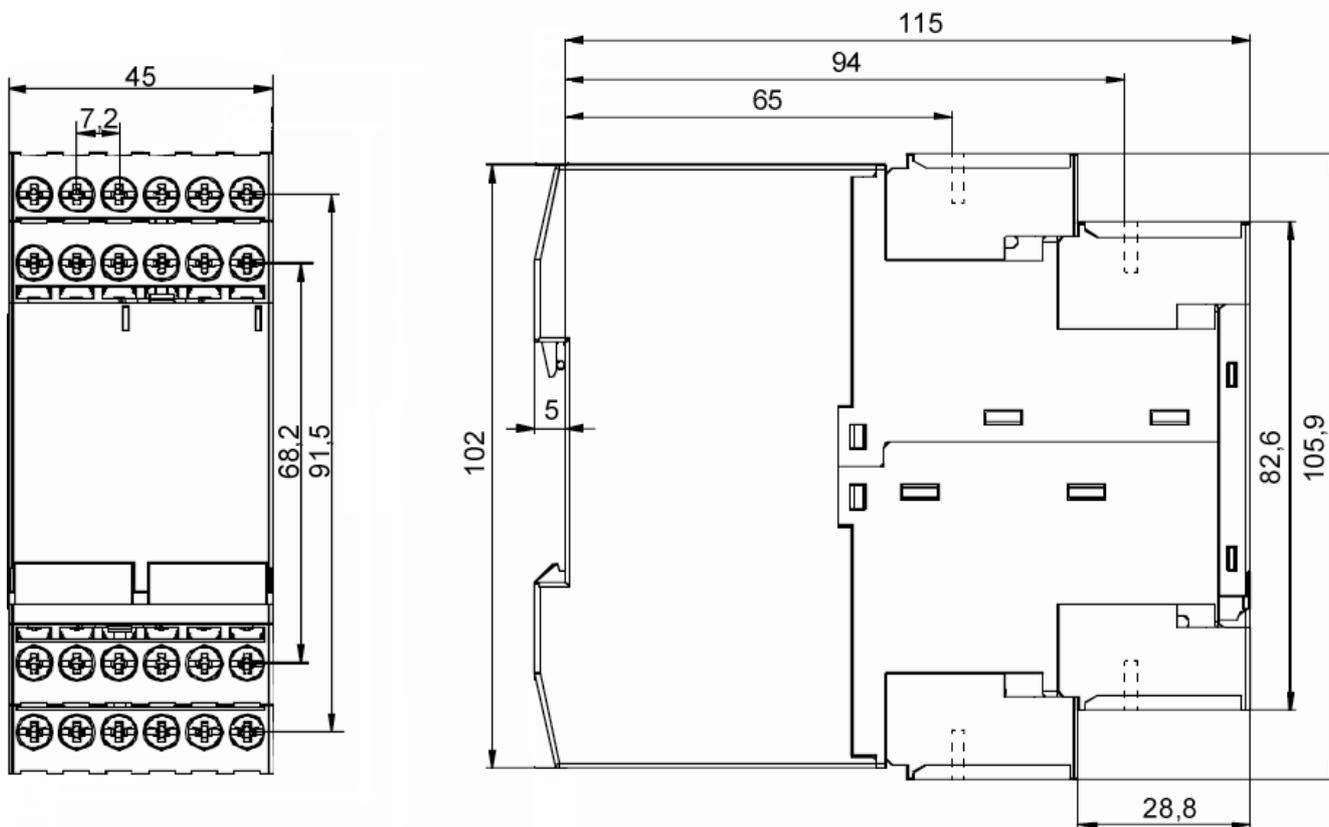


図 3.1 セーフティモニタの外形図

3.4 同梱品およびアクセサリ

同梱品は次の通りです。

- ・AS-Interface セーフティモニタ(端子およびボタンの保護用フロントカバーを含む)
- ・取扱説明書

アクセサリとして次のものが用意されています(別売)。

品名	形番	内容
設定用インタフェースケーブル	SX9Z-PCCABLE	RJ45 / Dサブ9 ピン、PCとセーフティモニタとの接続用
設定転送ケーブル	SX9Z-MTRCABLE	セーフティモニタ同士の設定転送用ダウンロードケーブル
設定ソフトウェア	SX9Y-ASMTR	CD-ROM、Microsoft® Windows 9x/Me/NT/2000/XP® 用 AS-Interface セーフティモニタ設定ソフトウェアおよびPDF 形式のインストラクションマニュアルを含む
「AS-Interface Safety at Work 対応セーフティモニタ」 インストラクションマニュアル	SX9Z-B759	本書、セーフティモニタの仕様、設置、配線などが記載されている。
「AS-Interfaceセーフティモニタ 設定ソフトウェア」 インストラクションマニュアル	SX9Z-B761	設定ソフトウェアを用いたセーフティモニタの設定方法が記載されている。

4 設置

4.1 操作盤内への設置

セーフティモニタの設置は、操作盤内のDIN EN 50022 に準拠した 35mm のDINレールに設置します。

**警告！**

セーフティモニタのハウジングは、盤外での使用には適していません。セーフティモニタを盤外に設置する場合は、必ず保護用ハウジングを使用してください。

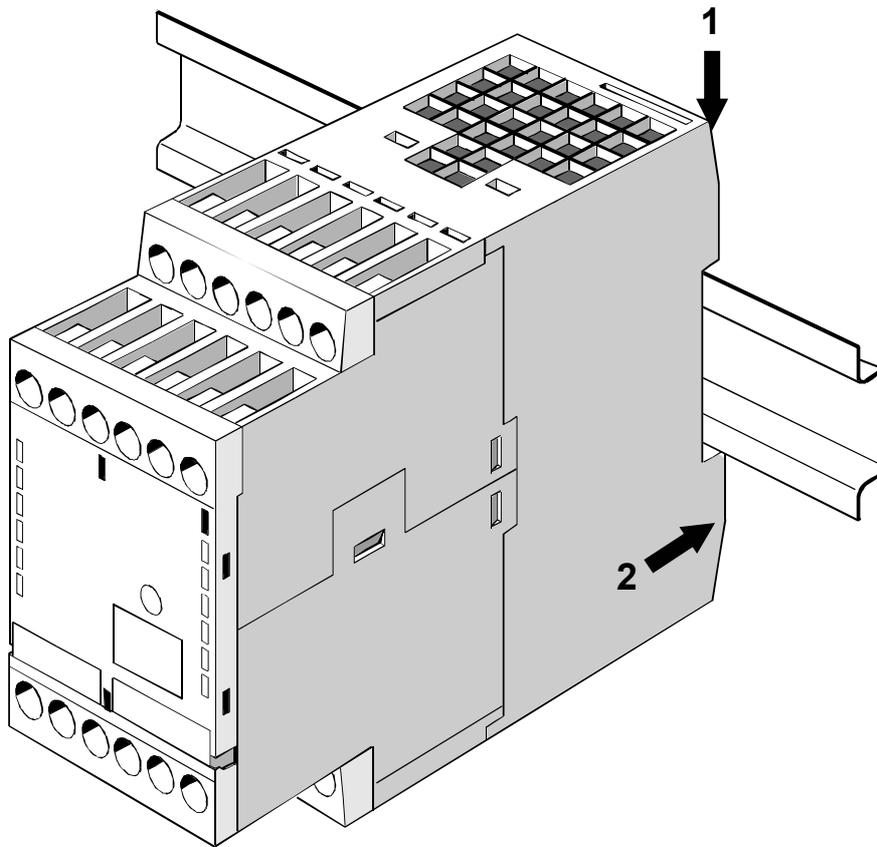


図 4.1 設置方法

設置するセーフティモニタを DINレールの上縁部分に当ててから、下の縁にカチッとはめ込んでください。取り外す際は、DINレールの上縁部分に押し付けながら取り外します。

**注意！**

セーフティモニタの上部での穴あけ作業に際しては、セーフティモニタにカバーをかけて、通風孔から破片(特に金属屑)がハウジングに入り込むことのないよう注意してください。短絡の原因となることがあります。

取外し可能な接続端子

セーフティモニタは、極性(キーイング)付きの取外し可能な端子台を装備しています(図4.2 のA, B, C, D)。

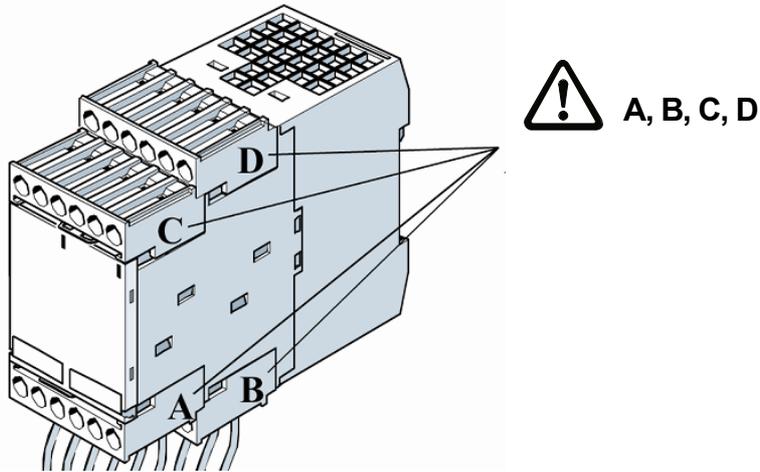


図 4.2: 取外し可能な接続端子

端子台を取り外す際は、まず端子台のつめ a を引き上げ、端子台を手前に引きます(図4.3)。取り付けの際は、端子台をカチッという音をするまで押し込みます。このとき端子台のつめが元の状態に戻っていることを確認してください。また端子台の取付け、取り外しの際は電源供給を行なわないで下さい。

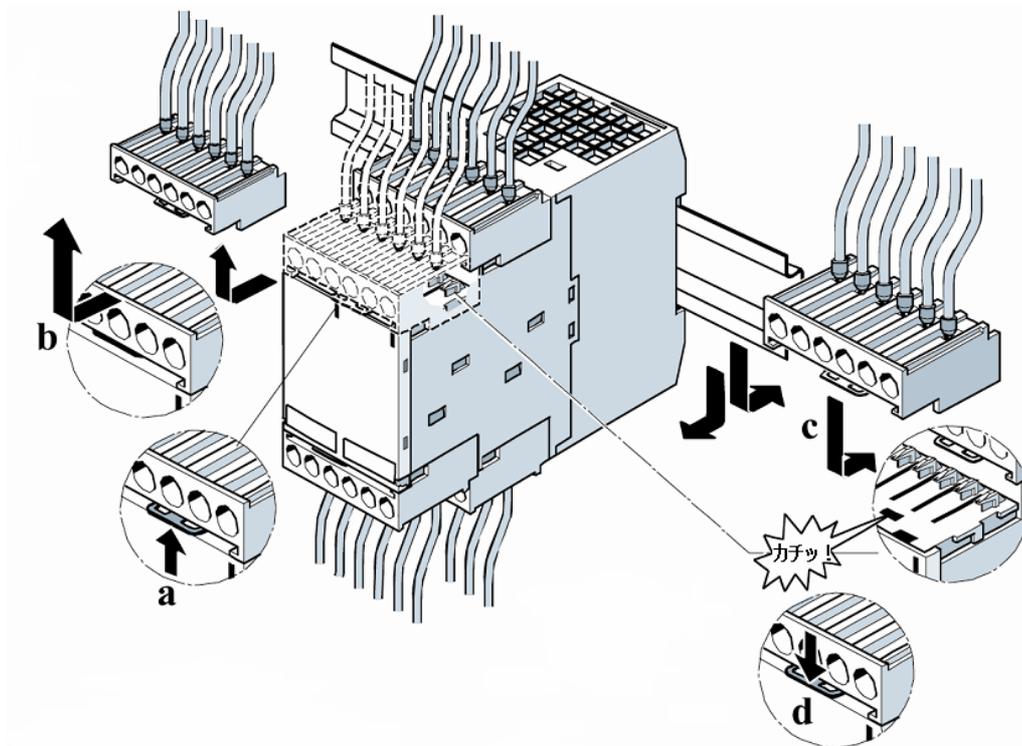


図 4.3 極性付きの端子台の取り外し

保護用フロントカバー

セーフティモニタは安全機器ですので、部外者が設定インターフェースの「CONFIG」や「Service」ボタンに触れないようにカバーで保護する必要があります。このため、セーフティキーの付いた保護用フロントカバーが機器とともに納入されます。設置が終わった状態で、ワイヤまたは糸をフロントカバーとフックの通し穴に通して、本体と固定します(図 4.2 を参照)。固定の際は、保護用フロントカバーからフックを外して取り付けてください。

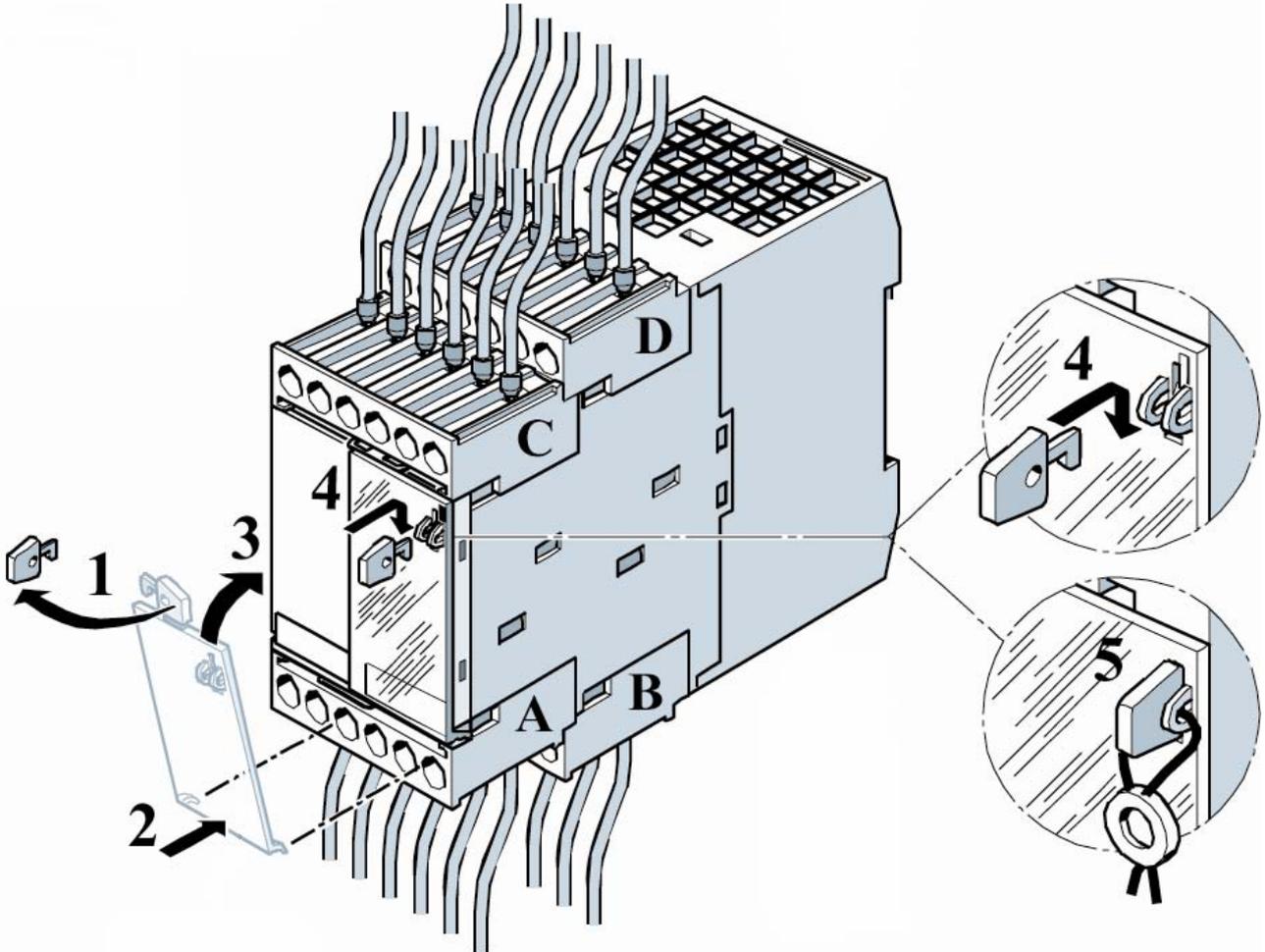


図 4.2: 保護用フロントカバーの取り付け



注意！

保護用フロントカバーは常に装着してください。静電気放電(ESD)に対する保護として、またセーフティモニタの設定インターフェース(CONFIG)への異物の侵入を保護します。

封印用ワイヤは同梱されていません。

5 AS-Interface セーフティモニタの接続

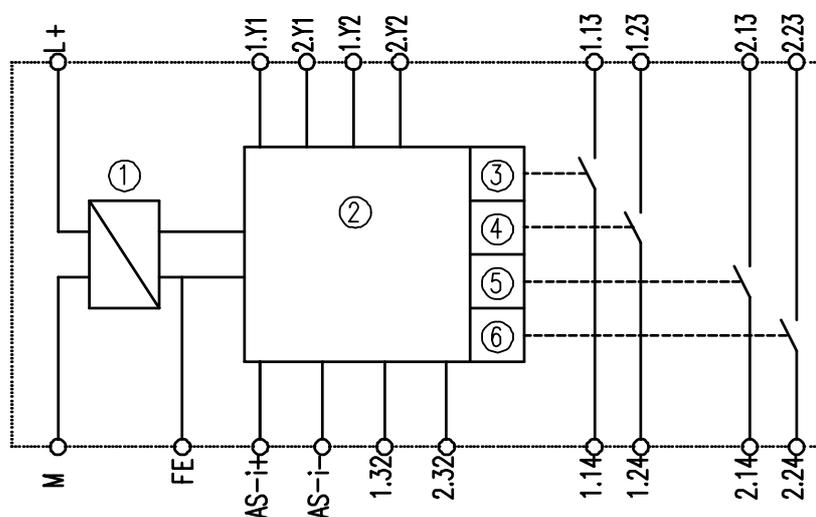
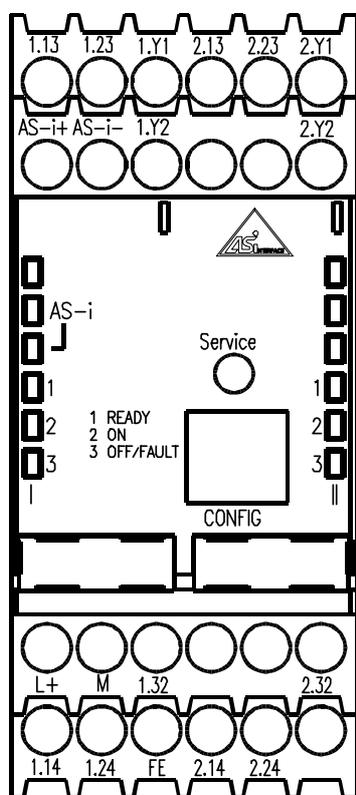


注意！

電気関連の作業は専門知識を有する担当者が行うようにして下さい。

5.1 端子割当て

ターミナルの配列 / ブロック図



- ①電源ユニット
- ②ロジック制御部
- ③安全出力 1 制御部、チャンネル 1
- ④安全出力 2 制御部、チャンネル 1
- ⑤安全出力 1 制御部、チャンネル 2
- ⑥安全出力 2 制御部、チャンネル 2

図 5.1 セーフティモニタの端子配置およびブロック図

端子割当て

端子	信号/説明
AS-i+	AS-Interface バスへの接続
AS-i-	
L+	DC+24V/供給用端子
M	GND/基準接地
FE	機能接地
1.Y1	EDM 1/外部デバイスモニタ入力、チャンネル 1
1.Y2	スタート1/スタート入力、チャンネル 1
1.13	安全出力 1、チャンネル 1
1.14	
1.23	安全出力 2、チャンネル 1
1.24	
1.32	Safety on/メッセージ出力1、チャンネル 1
2.Y1	EDM 2/外部デバイスモニタ入力、チャンネル 2
2.Y2	スタート2/スタート入力、チャンネル 2
2.13	安全出力 1、チャンネル 2
2.14	
2.23	安全出力 2、チャンネル 2
2.24	
2.32	Safety on/メッセージ出力1、チャンネル 2

表 5.1 セーフティモニタの端子割当て

**注意!**

端子 M がセーフティモニタのすぐ近くに接地されている場合、FE端子の接続は省略できます。

**警告!**

AS-Interface 機器に電源を供給するAS-Interface 電源は、IEC 60742 に準拠して主電源(入力)と出力が安全に分離され、さらに 20 ms以下の瞬時停電においても安定して電圧を出力できるものを使用して下さい。

セーフティモニタに供給する 24 V電源は、IEC 60742 に準拠して主電源(入力)と出力が安全に分離され、さらに 20 ms以下の瞬時停電においても安定して電圧を出力できるものを使用して下さい。

5.2 接続の概要

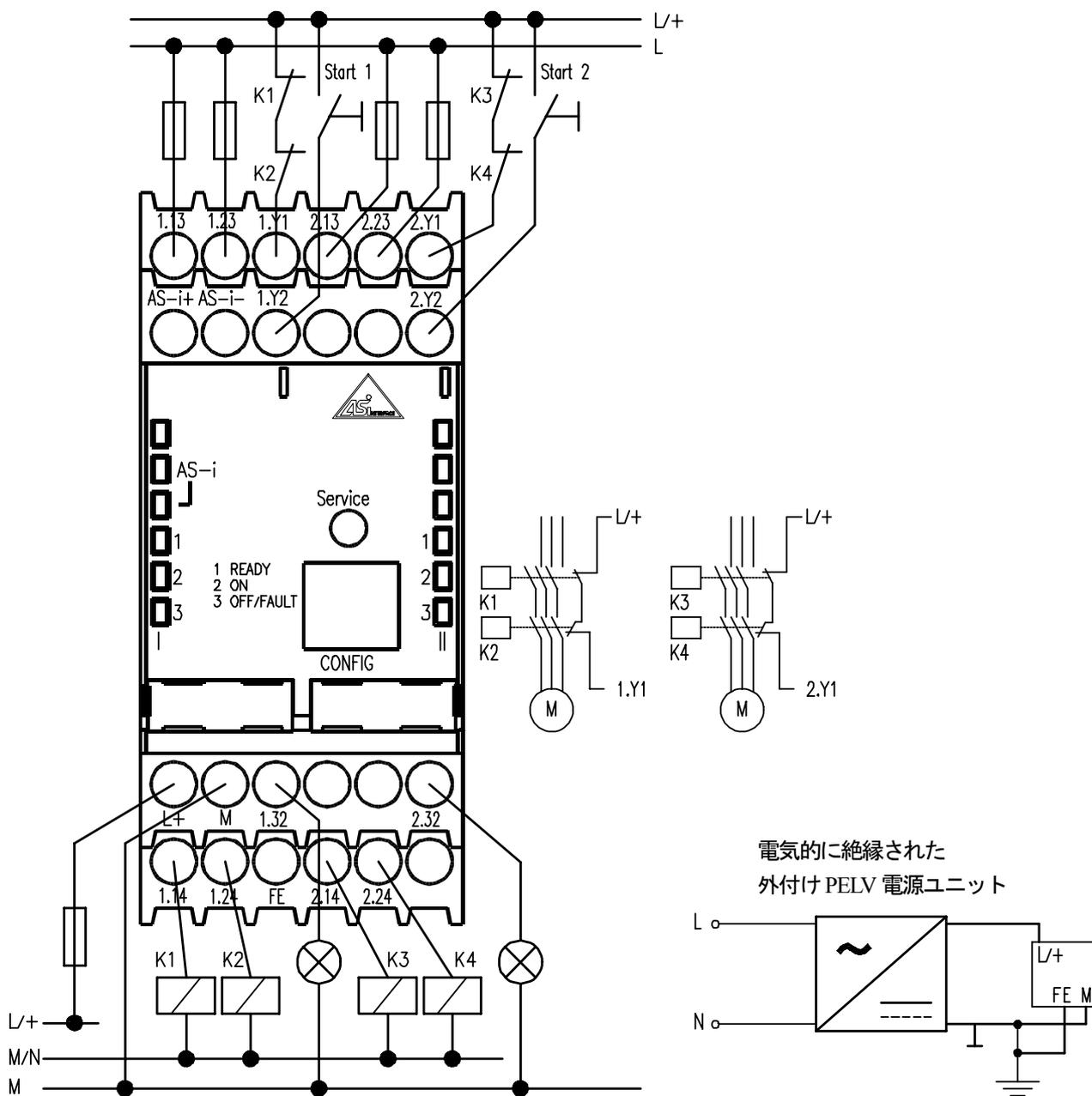


図 5.2 セーフティモニタの接続図

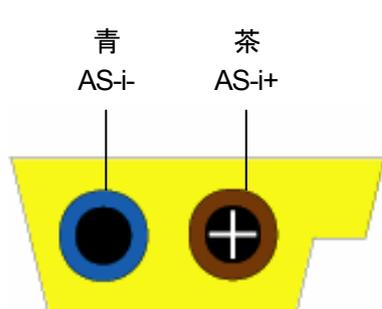
6 AS-Interfaceバスへの接続



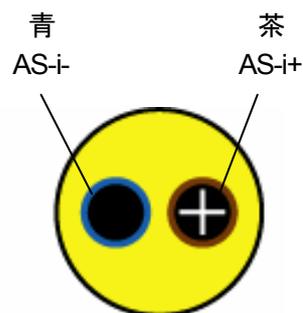
注意！

電気関連の作業は専門知識を有する担当者が行うようにして下さい。

6.1 AS-Interface ケーブルへの接続



AS-Interface フラットケーブル(黄)



2 芯 AS-Interface 丸型ケーブル
(推奨: フレキシブルな高圧用ケーブル
H05VV-F2×1.5、DIN VDE 0281 準拠)

図 6.1 AS-Interface ケーブルの種類

6.2 設定用インターフェース

PC とAS-Interface セーフティモニタ間の通信は、9600 bps の速度に固定されたセーフティモニタの設定用インターフェースを使用します。

セーフティモニタのインターフェースポートは、正面に配置された「CONFIG」(RJ45 ソケット)です。これに適合するD サブ 9 ピンコネクタ付きインタフェースケーブルはアクセサリ(SX9Z-PCCABLE: 別売り)として用意されています。



警告！

必ずアクセサリで用意されているインタフェースケーブルを使用してください。他のケーブルを使うと、セーフティモニタの誤作動や破損の原因となることがあります。

RS 232Cインターフェースによる設定

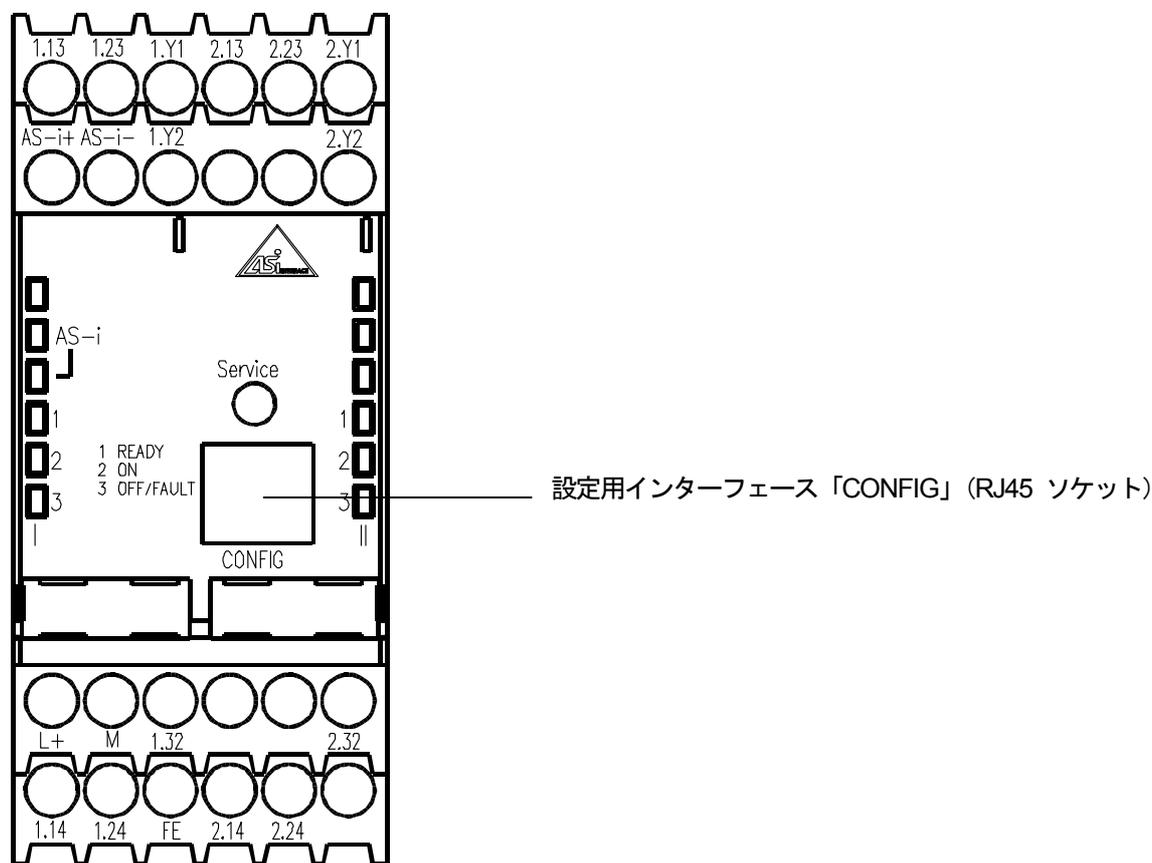


図 6.2 RS 232C インタフェースの位置

7 機能とセットアップ

セーフティモニタの設定およびその変更は、設定ソフトウェアをインストールしたパソコンから行ないます。



注意!

設定ソフトウェアとセーフティモニタの起動については、「AS-Interfaceセーフティモニタ設定ソフトウェア」インストラクションマニュアルをご覧ください。このソフトウェアインストラクションマニュアルは、セーフティモニタの操作する上で重要なマニュアルです。セーフティモニタの設定およびその変更は、この設定ソフトウェアがなければ行えません。

設定は安全管理者のみが行なうようにして下さい。安全に関係するすべてのコマンドは、パスワードによって保護されています。

7.1 動作モード

セーフティモニタには3つの動作モードがあります。

- ・ 始動モード
- ・ 設定モード
- ・ 保護モード

以下に各モードの詳細を記載します。

7.1.1 始動モード

セーフティモニタの電源投入後に、セーフティモニタのマイクロコントローラがハードウェアと内部ソフトウェアのシステムテストを行ないます。セーフティモニタの内部にエラーが見つかったら、それ以降のセーフティモニタの初期化は中止され、セーフティモニタの安全出力は必ずオフ状態を維持します。

すべてのテストが正常に終了すると、セーフティモニタは内部のEEPROM に有効な設定がされているかどうかをチェックします。

EEPROM に有効な設定がされている場合は、その設定が読み出され処理された後、保護モードに切り替わります。その後設定に従い安全出力がオンまたはオフ状態になります。

EEPROM に設定がない、または設定にエラーがある場合は、設定モードに切り替わり安全出力はオフ状態を維持します。

7.1.2 設定モード

セーフティモニタの設定モードではコマンドプロセッサが有効になり、設定用インターフェースを介してパソコンまたはノートパソコンにインストールされた設定ソフトウェアとの通信が可能になります（「AS-Interface セーフティモニタ設定ソフトウェア」インストールマニュアルを参照してください）。データ伝送時のエラーを監視し、必要に応じて繰り返されます。

次の場合に設定モードへの切り替えを行なうことができます。

- ・保護モードにおいて、設定ソフトウェアからパスワードで保護されたストップコマンドが送信された場合。設定されている停止遅延時間を経た後、設定モードに移行します。
- ・保護モードにおいて、設定ソフトウェアからパスワードなしにストップコマンドが送信された場合。ただし、AS-Interfaceシステム上でコミュニケーションが無いことを前提とします。意図的に、このような状態にするには、例えばセーフティモニタをAS-Interfaceシステムから外します。
- ・始動モードにおいて、セーフティモニタのEEPROMに設定がない、または設定にエラーがある場合。
- ・故障したセーフティ セーフティスレーブを交換するために、セーフティモニタの Service ボタンを1回操作した時(9.4章「故障したセーフティスレーブの交換」参照)。

7.1.3 保護モード

保護モードはセーフティモニタの通常動作モードです。保護モードでは、監視されているセーフティスレーブおよび接続された機器の動作状態に応じて、セーフティモニタの安全出力がオン・オフ制御されます。

保護モードでは、セーフティモニタはシリアルインターフェースを介して、常に診断データをパソコンに送信します。パソコンに送られた診断データは 設定ソフトウェアで処理されます。

保護モードでは、内部でエラーが検出されると遅延時間の設定に関わらず、安全出力は直ちにオフ状態に移行します。そしてもう一度セルフテストを繰り返します。エラーが検出されなかった場合、セーフティモニタは、保護モードに移行します。エラーが再度検出された場合、エラーロックされ、セーフティモニタの電源を入れなおすまで解除されません。

次の場合に保護モードへの切り替えを行なうことができます。

- ・設定モードにおいて、設定ソフトウェアからセーフティモニタに、パスワードで保護されたスタートコマンドが送信された場合。
- ・始動モードにおいて、有効な設定が検出された場合。
- ・故障したセーフティスレーブを交換するために、セーフティモニタの Service ボタンを2度目に操作した時(9.4章「故障したセーフティスレーブの交換」参照)。

7.2 LED 表示と動作状態

セーフティモニタの前面にあるLED 表示は、セーフティモニタの動作モードと状態を表します。



図 7.1 セーフティモニタのLED 表示

保護モードにおける LED 表示の内容

LED	色		状態
AS-i 1		消灯	AS-Interface 電源供給なし
		緑、常時点灯	AS- Interface 電源供給あり
AS-i 2		消灯	AS- Interface 通信正常動作
		赤、常時点灯	AS- Interface 通信エラー
1 READY (チャンネルごと)		消灯	–
		黄、常時点灯	起動モードまたは再起動ロックオン
		黄、点滅	外部テストが必要
2 ON (チャンネルごと)		消灯	安全出力(OSSD) オフ
		緑、常時点灯	安全出力(OSSD) オン
		緑、点滅	停止カテゴリ1で遅延動作中
3 OFF/FAULT (チャンネルごと)		消灯	安全出力(OSSD) オン
		赤、常時点灯	安全出力(OSSD) オフ
		赤、点滅	監視しているAS- Interface機器のエラー
1 READY 2 ON 3 OFF/FAULT (チャンネルごと)		同期して 高速に点滅	セーフティモニタの内部エラー。 エラーメッセージは設定ソフトウェアで確認できます。



ヒント

「Service」ボタンを押すと、全ての全ての装置LED が一回短時間点灯します。



注意!

「Service」ボタンは、1 N以下で操作してください。

7.3 AS-Interface セーフティモニタの始動

セーフティモニタに電源が供給されると、直ちに内部のシステムテストが開始されます。この時セーフティモニタのすべてのLED表示が点灯します。(「7.1.1章「始動モード」参照)」

7.4 AS-Interface セーフティモニタの設定およびパラメータ設定

セーフティモニタの設定およびパラメータ設定には、AS-Interface セーフティモニタ設定ソフトウェア(SX9Y-ASMTR:別売り)を使用します。

この設定ソフトウェアでは次のことが行なえます。

- ・セーフティモニタの設定
- ・セーフティモニタ設定の文書化
- ・セーフティモニタの起動
- ・セーフティモニタの診断



ヒント

設定ソフトウェアの説明は、アクセサリの「AS-Interfaceセーフティモニタ設定ソフトウェア」インストラクションマニュアルに記載されています。

セーフティモニタが設定モード(7.1.2 章)の場合は、チャンネル1 のLED が1、2、3 の順で順次点灯します。

手順は次のとおりです。

- ・パソコンに設定ソフトウェアをインストールします。
- ・セーフティモニタに電源を供給します。

**注意!**

セーフティモニタに設定用インタフェースケーブルを接続する場合、適切な方法で静電気放電してから接続作業を行なってください。

- ・パソコンとセーフティモニタを、設定用インタフェースケーブル（RJ45 / D Sub 9 ピン）で接続します。
（設定ソフトウェアインストールマニュアル、2.1.2章「AS-Interface セーフティモニタとPCの接続」参照してください）
- ・設定ソフトウェアインストールマニュアルの記載に従って、セーフティモニタの設定を行ない、起動させます。
- ・起動するとセーフティモニタは動作可能な状態になります。

**警告!**

必ずアプリケーションに合った設定を行ってから、セーフティモニタを起動してください。安全防護されるべき危険区域がセーフティモニタによって防護できるように、設定ソフトウェアインストールマニュアルに従って設定を行なってください。

7.5 アプリケーションに対する安全技術文書の作成

**ヒント**

セーフティモニタの設定を安全技術文書にするための詳細な操作説明は、設定ソフトウェアインストールマニュアルに記載されています。

手順は次のとおりです。

- ・アプリケーションに対するセーフティモニタの設定を作成します。
- ・安全管理者を通じて設定を正式文書化します。
- ・最終版の設定ログを印刷します。設定概要の印刷は任意です（設定ソフトウェアインストールマニュアル、5.8章「設定の文書化」参照）。
- ・安全管理者を通じて最終版設定ログに署名します。
- ・設定ログをユーザ用アプリケーションの安全技術文書として大切に保管して下さい。

8 保守

8.1 安全停止機能の点検

安全防護システムで使用されるセーフティモニタが、接続されたセーフティセンサや安全スイッチが作動した際の安全停止機能を維持するためには、安全管理者による毎年の点検が必要です。



注意!

各セーフティスレーブを年一回は作動させ、セーフティモニタの安全出力の動作を点検して下さい。



注意!

総エラー確率にもとづいて設定されるPFD 値には、チェック間隔および総作動時間も考慮してください。

チェック間隔(3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月)に達した場合、停止機能を作動させ、安全システムが正常に機能しているかどうか確認して下さい。

総作動時間(10 年)に達した場合、装置が正常に機能しているかどうか、製造メーカーに確認を依頼して下さい。

9 ステータスメッセージ、エラーおよびエラーの解消

9.1 ステータス表示とパソコンによるエラー診断

内部エラーまたは外部エラーが発生すると、セーフティモニタのLED (OFF/FAULT) 赤色LEDが点滅します。

(7.2章「LED表示と動作状態」参照)



ヒント

設定用インターフェースを介して、設定ソフトウェアのオンライン診断を使うことにより、パソコン上でさらに詳細なエラー診断を行なうことができます。(ソフトウェアインストラクションマニュアル参照)

9.2 トラブルシューティング

エラー	原因	対策
LED AS-i 1が消灯	AS-Interfaceシステムに電源が供給されていない	<ul style="list-style-type: none"> AS-Interfaceケーブルの接続を確認 AS-Interface電源を確認
LED AS-i 2が赤色点灯	AS-Interfaceバス上の通信異常	<ul style="list-style-type: none"> ケーブル接続をチェック AS-Interfaceマスタをチェック
LED 3 OFF/FAULTが赤色点滅	モニタしているスレーブ機器のエラー	<ul style="list-style-type: none"> 設定ソフトウェアで診断を行う 必要に応じて、スレーブを交換する
LED 1 から 3 同期して高速に点滅	セーフティモニタ内部のエラー	<ul style="list-style-type: none"> 設定ソフトウェアによりエラーメッセージウィンドウに表示されたエラー番号をメモし、メーカーに問い合わせてください

9.3 「Service」ボタンによる、エラーロック解除

エラーロックされているセーフティモニタ(LED3 OFF/FAULT 赤色、点滅) は、「Service」ボタンを押すことで、ロック解除できます。ボタンを押すと、エラーが検出されたデバイスは、リセットされます。リセットされたデバイスは、スタートテストを行う必要があります。



ヒント

「Service」ボタンを押すと、全てのLED が一回短時間点灯します。

9.4 故障したセーフティスレーブの交換

9.4.1 故障したセーフティスレーブの交換

故障の発生したセーフティスレーブを交換するには、セーフティモニタの **Service** ボタンを使用すれば行えます。パソコンによるセーフティモニタの再設定は必要ありません。



注意！

「Service」ボタンは、1 N以下で操作してください。



ヒント

Service ボタンが、押されると、保護モードから設定モードに移行します。

出力回路は、全て遮断されますのでご注意ください。

「Service」ボタンを押すと、全てのLED が一回短時間点灯します。

手順は次の通りです。

1. 故障したセーフティスレーブを AS-Interface ケーブルから取り外します。
2. 故障したセーフティスレーブを監視している、全てのセーフティモニタの **Service** ボタンを約1秒間押します。
3. AS-Interfaceケーブルに新しいセーフティスレーブを接続します。
4. 故障したセーフティスレーブを監視している、全てのセーフティモニタの **Service** ボタンを再度約1秒間押します。

Service ボタンの1度目(最初)の操作で、本当にセーフティスレーブが1つ足りないのかをチェックします。この情報はセーフティモニタ内のエラーメモリに書き込まれ、セーフティモニタは設定モードに切り替わります。2度目の**Service** ボタンの操作で、新しいセーフティスレーブのコードシーケンスが読込まれ、スレーブをチェックします。異常がないと、セーフティモニタは再度保護モードに切り替わり通常のモードで動作します。



注意！

故障したセーフティスレーブを交換した後は、新しいセーフティスレーブが正しく機能していることを必ずチェックしてください。

9.4.2 複数の故障したセーフティスレーブの交換

もしAS-Interfaceバスに接続されている、セーフティスレーブが、複数台故障した場合は、以下の手順で交換します：



ヒント

Service ボタンが、押されると、保護モードから設定モードに移行します。
出力回路は、全て遮断されますのでご注意ください。
「Service」ボタンを押すと、全てのLED が一回短時間点灯します。



注意！

「Service」ボタンは、1 N以下で操作してください。

- 故障した複数台のセーフティスレーブを、すべてAS-Interfaceシステムから取り外します。1 台のセーフティスレーブを残し、その他の全ての新しいセーフティスレーブにアドレスを割り当て、AS-Interfaceシステムに接続します。(オートアドレス機能は、使用できませんのでご注意ください)
- 非常停止スイッチを押し込む、ドアを開ける、ライトカーテンを遮光するなどして、接続した新しいセーフティスレーブから、コードテーブルが送られないようにします。



ヒント

上記手順を厳守しないと、セーフティモニタの内部エラー感知機能により、新しいセーフティスレーブが認識されなくなります。

- 故障したセーフティスレーブを監視していた、全てのセーフティモニタのService ボタンを約1 秒間押します。
- アドレスを割り当てた最後に残ったスレーブを、AS-Interfaceバスラインに接続します。
- 故障したセーフティスレーブを使用していた、全てのセーフティモニタのService ボタンを約1 秒間押します。
- 交換され、まだコードシーケンスの読み込みが完了していないセーフティスレーブの内一台を、AS-Interfaceシステムから取り外します。
- 故障したセーフティスレーブを監視していた、全てのセーフティモニタのService ボタンを約1 秒間押します。
- 先ほど取り外したセーフティスレーブを、AS-Interfaceシステムに再度接続します。
- 接続した新しいスレーブを起動します。コードシーケンスが、セーフティモニタに送信され、認識されます。
- 故障したセーフティスレーブを監視していた、全てのセーフティモニタのService ボタンを、約1 秒間押します。
- 全ての交換したセーフティスレーブの認識が終わるまで、6.以降の操作を繰り返します。

一度目にServiceボタンを押した際に、スレーブが1 台のみ欠如しているかどうか確認されます。確認された場合、セーフティモニタのメモリに記録されます。セーフティモニタは、設定モードに切り替わります。2 度目にService ボタンを押した際に、新しいセーフティスレーブのコードテーブルが読み込まれ、正しいかどうか確認されます。コードが正しいと判断された場合、セーフティモニタは、再度保護モードに戻ります。



注意！

故障したセーフティスレーブを交換した後は、新しいセーフティスレーブが正しく機能していることを必ずチェックしてください。

9.5 故障した AS-Interface セーフティモニタの交換

セーフティモニタが故障し交換を必要とする場合、設定ソフトウェアを使用して新しいセーフティモニタを設定しなおす必要はありません。設定転送ケーブル(形番: SX9Z-MTRCABLE)を使って、故障したセーフティモニタの設定を交換用の新しいセーフティモニタに取り込むことができます。

交換条件:

- ・専用の設定転送ケーブルを準備する(第 3.4 章オプションを参照)。
- ・交換するセーフティモニタが設定されていないこと(設定メモリが空)。



ヒント

他の目的に使用されていたセーフティモニタを交換用に用いる場合、セーブされている設定を未設定の状態に置き換える必要があります。未設定情報のダウンロードに承認は不要です。

AS-Interfaceセーフティモニタのバージョンが V2.12以前の場合:

以下の手順で行ってください:

- ・故障した、セーフティモニタの電源を外します。
- ・故障したセーフティモニタを交換用のセーフティモニタと、ダウンロード用ケーブル(RJ45 / RJ45) で接続します。
- ・交換用のセーフティモニタに電源を投入します。
- ・故障したセーフティモニタの設定が、自動的に交換用のセーフティモニタに転送されます。データの転送中、黄色のLEDが点灯します。転送が無事終了した場合、黄色のLEDと緑色のLEDが点灯します。
- ・交換用のセーフティモニタの電源を外し、ダウンロード用ケーブルを両方の装置から外します。交換用セーフティモニタは、これで準備完了です。

AS-InterfaceセーフティモニタのバージョンがV2.12の場合:

以下の手順で行ってください:

- ・故障したセーフティモニタの電源を遮断し、セーフティモニタを取外します。
- ・新しいセーフティモニタを取り付けます(接続端子: L+, M とFE, AS-i+ とAS-i-, 並びに必要に応じてその他の端子)。
- ・新しいセーフティモニタの電源をON にします。セーフティモニタは設定モードになります。
- ・故障したセーフティモニタと新しいセーフティモニタを、ダウンロード用ケーブル(RJ45/RJ45)を用いて接続し、「Service」ボタンを押します。
- ・セーフティモニタが再起動(LED テスト) し、設定データが転送されます。データの転送中黄色のLED1が点灯します。
- ・黄色のLED1が消灯した時点で、データ転送は完了です。故障したセーフティモニタを外し、「Service」ボタンを再度押します。
- ・セーフティモニタが再起動し、転送された設定で動作を開始します。



注意

故障したセーフティモニタを交換した後は、必ず新しいセーフティモニタが正しく機能するかどうか、確認してください。

9.6 パスワードを忘れてしまったとき



注意!

パスワードを紛失した際は、以下の手順で再発行できますが、必ず安全管理担当責任者が行ってください。

設定に対応したパスワードを紛失した場合、以下の手順にしたがってください:

1. パスワードを損失したセーフティモニタの設定で承認を行ったコンフィグレーション・ログ(印刷物あるいはファイル)の10 行目 (MonitorSection, Validated) に4 桁の数字が記載されています。
 - ・コンフィグレーション・ログが手元に無く、セーフティモニタを設定モードに切り替えたくないような場合、パスワードを損失したセーフティモニタをPC と接続し、設定ソフトウェアを起動します。
 - ・スタート・ウィザードにて“診断”を選択するか、設定を開かずに“診断“(メニュー: モニタ(M) -> 診断) を実施します。画面に、現在の設定が表示するまで、待ってください。表示されるまで、5 分程度かかることがあります。
 - ・「モニタ/ バス情報」ウィンドウを開きます(メニュー: 編集(E) -> モニタ/ バス情報(M))。タイトルタブの「ダウンロード日時」に、4 桁の数字が記載されています。
2. メーカーのテクニカルサポートに連絡し、この4 桁のコードを教えてください。
3. このコードからマスターパスワードを作成することができます。マスターパスワードを用いることにより、セーブされている設定データにアクセスできるようになります。
4. このマスターパスワードでセーフティモニタを停止させ、新しいユーザパスワードを入力して下さい。新しいパスワードの入力は、設定ソフトウェアの「パスワードの変更」ウィンドウ(メニュー: モニタ(M) -> パスワードの変更(Y))で行います。



注意!

セーフティモニタにセーブされている設定が変更されると、システムの安全機能に影響を与えることがありますので、十分に注意して操作してください。承認されたコンフィグレーションの変更は、必ず権限のある安全管理担当者が行ってください。全ての変更は、設定ソフトウェアのインストラクションマニュアルに記載されている手順に従って行ってください。



ヒント

セーフティモニタにまだ承認された設定がダウンロードされていない場合、デフォルトパスワードは、「SIMON」です。

10 AS-Interfaceによる診断

10.1 基本手順

ヒント



AS-Interfaceマスタから、セーフティモニタを診断するには、セーフティモニタにスレーブアドレスが設定されている必要があります。

AS-Interfaceシステムに接続されたセーフティモニタと、セーフティスレーブの診断は、マスタ機能を有するPLCなどから行うことが可能です。

診断データの信頼性のある伝達および効果的な評価をおこなうためには、以下の条件を満たしていなければなりません：

・PLC とAS-Interfaceシステムとの間に、他のバスシステムが存在する場合、メッセージ伝達時間が、比較的長くなることがあります。マスタ内の転送は非同期でおこなわれているため、2 回同じ内容のリクエストが連続して送られた時、PLC側は、セーフティモニタが、最新のリクエストに対して正確なレスポンスを返すことができないことがあります。したがって異なる内容のリクエストに対するレスポンスは少なくとも1ビット変化している必要があります。

・診断データは、確実な状態で取得される必要があります。すなわち、セーフティモニタから送られる診断情報は、その時点のセーフティモニタの状態と一致していなければなりません。特にPLC までの伝達時間が、セーフティモニタのアップデート時間(約 30 ~ 150 mS) よりも長い場合、問題となります。

・出力回路のリレーがOFF状態であることが、セーフティモニタの動作モードに対応した通常の状態なのかどうかに注意する必要があります。PLC の診断機能は、通常の状態でない時のみ、呼び出されなければなりません。

以下に記載する、診断の流れは、上記の条件を満たすものです。厳守してください。

診断手順

ヒント



データリクエスト(0)~(B)の詳細内容については10.2章「メッセージ」を参照ください。

PLC はセーフティモニタに対して、常にリクエストメッセージ(0) と(1) を交互に送信します。そしてセーフティモニタは診断に必要な基本的な情報(出力回路の状態、保護/設定モード)を返します。つまりセーフティモニタはこのリクエストメッセージ(0)と(1)に対して、レスポンスデータ(3ビット:D2 ~ D0)を返します。D3 はコントロールビットで、トグルビットと似ています。PLC がレスポンスを識別できるよう、偶数回目のリクエスト(0) ではD3 = 0 で、奇数回目のリクエスト(1) ではD3 = 1 です。

通常の状態(すなわち保護モードで全て正常)の場合、リクエスト(0) と(1) に対するレスポンスは、X000 です。動作モードで“1チャンネル出力”および“2チャンネル連動出力”を設定した場合、出力回路2 の値は、常にOK状態です。動作モードの設定が“2チャンネル独立出力”で、そのうち1 つが設定されていない場合、その回路もOK状態として扱われます。したがって「OK」を正しく解釈するには、ユーザがセーフティモニタ内の設定に関して熟知している必要があります。

リクエストが(0) から(1) に切り替わる際、セーフティモニタ内の診断情報が固定されます。レスポンスの中のD3 ビットは、このプロセスが終了するまで、リセットされた状態にあります。すなわち、PLC はリクエスト(0) の答えを受け取ったものとして処理します。D3 ビットが「1」にセットされると、確定した診断情報が出力されます。

D3 ビットがセットされ、セーフティモニタのレスポンスが、出力回路の遮断を告げて来た場合、データリクエスト(2) ~ (B) によって、セーフティモニタ内にセーブされている詳細な診断情報を問い合わせることができます。セーフティモニタの設定に応じて、リクエスト(4) ~ (B) に対し、診断情報がOSSD毎に送信 (段落 11.2.2 参照)、あるいは設定されたOSSDに関係なく、デバイス順に送信(段落 11.2.3 参照)されます。



ヒント

セーフティモニタが、設定モードにある時は、リクエスト(2) ~ (B) による詳しい診断情報の問合せはできません。

再度、リクエスト(0) が送信されると、セーブされている状態が解除されます。

10.2 メッセージ

10.2.1 AS-Interface セーフティモニタの診断

出力回路の状態、動作モード



ヒント

確定したデータの送受信には、リクエスト(0) と(1) を、交互に送信する必要があります(10.1章「基本手順」参照)。リクエストの2進法の値は、AS-Interfaceレベルの値であり、PLCの内部においては値が逆転していることもあります。

(0) 状態確認(診断情報要求)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1111	0000	保護モード、全て正常 (ただし、存在しない、または設定されていない、あるいは連動した出力回路は、正常として表示されます)
	0001	保護モード、安全出力回路1 がオフ
	0010	保護モード、安全出力回路2 がオフ
	0011	保護モード、両出力回路がオフ
	0100	設定モード: 電源ON時
	0101	設定モード
	0110	予約
	0111	設定モード: 致命的な装置エラー、リセットまたは装置の交換が必要。
	1XXX	新しい診断情報がまだありません、しばらくお待ちください

(1) 診断確定(診断情報をセーブ)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1110	1000	保護モード、全て正常 (ただし、存在しない、または設定されていない、あるいは連動した出力回路は、正常として表示されます)
	1001	保護モード、安全出力回路1 がオフ
	1010	保護モード、安全出力回路2 がオフ
	1011	保護モード、両出力回路がオフ
	1100	設定モード: 電源ON時
	1101	設定モード
	1110	予約
	1111	設定モード: 致命的な装置エラー、リセットまたは装置の交換が必要。

LED の状態

リクエスト(2) と(3) は、セーフティモニタの出力回路LED の状態を簡略的に示します(第 8.2 章参照)。

リクエスト(1) に対するレスポンスが 10XX の時:

(2) LED 状態、出力回路1

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1101	0000	緑 = 出力回路の接点がクローズ
	0001	黄色 = 起動または再起動ロック状態
	0010	黄色点滅あるいは赤 = 出力回路の接点がオープン
	0011	赤色点滅 = セーフティスレーブのエラー
	01XX	予約

(3) LED 状態、出力回路2

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1100	0000	緑 = 出力回路の接点がクローズ
	0001	黄色 = 起動または再起動ロック状態
	0010	黄色点滅あるいは赤 = 出力回路の接点がオープン
	0011	赤色点滅 = セーフティスレーブのエラー
	01XX	予約

カラーコード



ヒント

デバイスのカラーコードは、設定ソフトウェアで診断表示を行ったときに表示される、仮想LEDの色に対応しています。未配置のデバイスは、常に緑色に表示されます。

コード CCC (D2 ~ D0)	色	内容
000	緑、 点灯	デバイスがON状態
001	緑、 点滅	デバイスがON状態。ただしOFF状態へ移行中(例: 遅延出力)
010	黄、 点灯	デバイスがスタンバイ状態。次の動作条件の成立待ち状態 (例: ローカル確認、停止診断あるいはスタートテスト待ち)
011	黄、 点滅	時間条件を超過したため再度操作する必要があります(例: 同期時間を超過した)
100	赤、 点灯	デバイスは、OFF状態
101	赤、 点滅	エラーロック中。以下のどれかの操作でロックを解除してください: ・「Service」ボタンを押す ・電源再投入 ・AS-Interfaceネットワークの電源再投入 ・ロック解除デバイスの操作
110	灰色、 オフ	スレーブと通信不可状態

表 11.1 カラーコード

ヒント

保護モードで正常に稼動していても、緑色の状態でないデバイスもあります。安全出力が遮断されたときに原因を探す場合、最も小さなインデックスのデバイスが最も重要です。その他は、単なる結果である可能性があります(例: 非常停止を押すと、起動デバイスとタイマデバイスも停止します)。



PLC の機能を活用し、適切にプログラミングすることで、エラーの根本的な原因を見つけることができます。診断情報を正しく解釈するには、設定とセーフティモニタの機能を熟知している必要があります。

設定を変更すると、デバイス・インデックスが変更される可能性がありますので、診断時は診断インデックスを用いることを推奨します。

10.2.2 AS-Interface 診断: “OSSD 毎に送信”

リクエスト(4) ~ (B) に対しては、セーフティモニタの設定に従い、デバイスの診断情報がOSSD毎に送信されます。

ヒント



設定ソフトウェアの「モニタ/ バス情報」ウィンドウで、AS-Interface診断設定が“OSSD毎に送信”に設定されているか確認して下さい。

リクエスト(5) と(6) および(9) と(A) に対するレスポンスデータは、設定プログラムでのデバイス診断インデックスの値であり、AS-Interfaceのスレーブアドレスではありません。

リクエスト(4) ~ (7) あるいは(8) ~ (B) は、各デバイスに対して連続して行ってください。

OSSD毎のデバイス診断、出力回路1

リクエスト(1) に対するレスポンス=10X1 の時:

(4) 診断デバイス数 (ON状態以外のデバイス数、出力回路1)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1011	0XXX	XXX = 0 : デバイス無し、リクエスト(5) ~ (7)は未使用 XXX = 1 ~ 6 : 出力回路1 のデバイスの数 XXX = 7 : 出力回路1 のデバイス数 > 6

(5) 診断インデックス1 (出力回路1 の診断インデックス HIGH)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1010	1HHH	HHH = I5,I4,I3 : 現在の設定における出力回路1 の上位診断インデックス (HHHLLL = 診断インデックス)

(6) 診断インデックス2 (出力回路1 のデバイスアドレス LOW)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1001	0LLL	LLL = I2,I1,I0 : 現在の設定における出力回路1の下位診断インデックス (HHHLLL = 診断インデックス)

(7) カラーコード (出力回路1 のデバイスのカラーコード)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1000	1CCC	CCC = カラーコード (10.2.1章「カラーコード」参照)

OSSD毎のデバイス診断、出力回路2

データ・リクエスト(1) の答え = 101X の時:

(8) 診断デバイス数 (ON状態以外のデバイス数、出力回路2)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
0111	0XXX	XXX = 0 : デバイス無し、リクエスト(5) ~ (7)へのレスポンスは無意味 XXX = 1 ~ 6 : 出力回路2 のデバイスの数 XXX = 7 : 出力回路2 のデバイス数 > 6

(9) 診断インデックス1 (出力回路2 の診断インデックス HIGH)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
0110	1HHH	HHH = I5,I4,I3 : 該当する設定における出力回路2 の上位診断インデックス (HHHLLL = 診断インデックス)

(A) 診断インデックス2 (出力回路2 のデバイスアドレス LOW)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
0101	0LLL	LLL = I2,I1,I0 : 現在の設定における、出力回路2 の下位診断インデックス (HHHLLL = 診断インデックス)

(B) カラーコード (出力回路2 のデバイスのカラーコード)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
0100	1CCC	CCC = カラーコード (10.2.1章「カラーコード」参照)



ヒント

リクエスト(C) 0011 から(F) 0000 は、予約されています。

10.2.3 AS-Interface 診断:“デバイス順に送信”

リクエスト(4) ~ (B) に対しては、設定に従い全てのデバイスの診断情報が、診断インデックス順に回答されます。

ヒント



設定ソフトウェアの「モニタ/ バス情報」ウィンドウで、AS-Interface診断設定が“デバイス順に送信”に設定されているか確認して下さい。

リクエスト(5) と(6) および(9) と(A) に対する値は、設定内のデバイス診断インデックスであり、AS-Interfaceのスレーブアドレスではありません。

リクエスト(4) ~ (7) あるいは(8) ~ (B) は、各デバイスに対して連続して行ってください。

デバイス順での診断

リクエスト(1) に対するレスポンス=1001、1010 又は1011 の時:

(4) 診断デバイス数 (ON状態以外のデバイス数)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1011	0XXX	XXX = 0 : デバイス無し、リクエスト(5) ~ (7)は未使用 XXX = 1 ~ 6 : ON状態でないデバイスの数 XXX = 7 : ON状態でないデバイス数 > 6

(5) 診断インデックス1 (HIGH)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1010	1HHH	HHH = I5,I4,I3 : 現在の設定における上位診断インデックス (HHHLLL = 診断インデックス)

(6) 診断インデックス2 (LOW)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1001	0LLL	LLL = I2,I1,I0 : 現在の設定における下位診断インデックス (HHHLLL = 診断インデックス)

(7) カラーコード

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
1000	1CCC	CCC = カラーコード (10.2.1章「カラーコード」参照)

(8) 未定義

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
0111	0XXX	未使用

(9) 診断インデックス3 (HIGH)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
0110	1HHH	HHH = I5,I4,I3 : 現在の設定における診断インデックス (HHHLLL = 診断インデックス)

(A) 診断インデックス4 (HIGH)

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
0101	0LLL	LLL = I2,I1,I0 : 現在の設定における診断インデックス (HHHLLL = 診断インデックス)

(B) 設定出力回路

リクエストデータ	レスポンス D3...D0	内容
0100	10XX	XX = 00 : 前処理のデバイス XX = 01 : 出力回路1 のデバイス XX = 10 : 出力回路2 のデバイス XX = 11 : 両出力回路に接続されたデバイス

**ヒント**

リクエスト(C) 0011 から(F) 0000 は、予約されています。

10.3 例：OSSD 毎に送信されるリクエストデータの処理手順

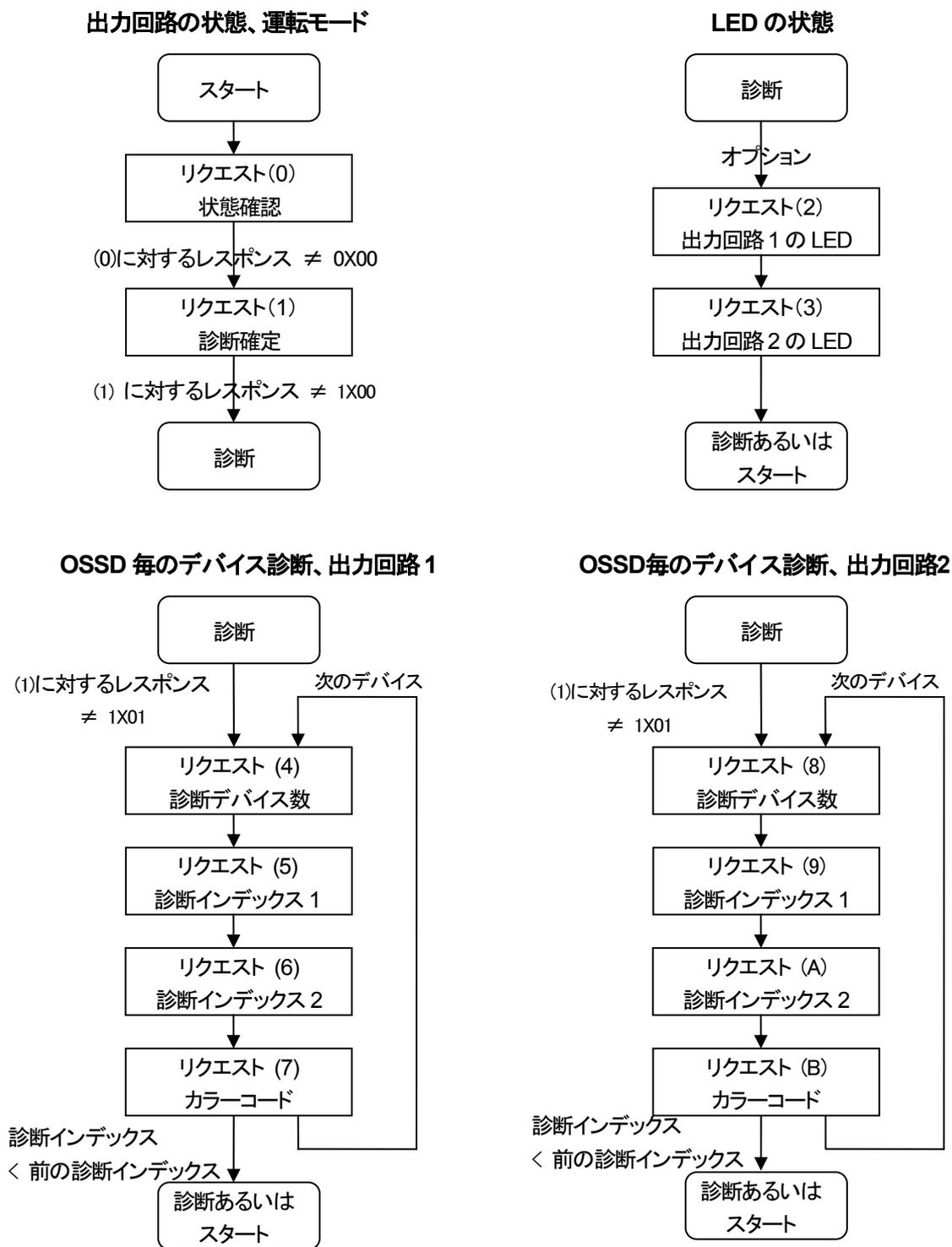


図 11.1 OSSD 毎に送信されるリクエストデータの処理手順

11 AS-Interface を使用したセーフティバスシステム

AS-Interface の安全機能は、ON/OFFレベルのセンサとアクチュエータを扱うAS-Interfaceシステムを規格化したEN 50295 を基本とし、機能拡張したものです。

既存のAS-Interfaceシステムを全く変更することなく、安全機器をAS-Interfaceシステムに追加することができます。このことにより、1つのシステムで通常の制御機能と安全機能を実現することができます。

また、AS-Interface はON/OFFレベルのセーフティ機器の接続に適しています。AS-Interfaceセーフティスレーブでは 8 ビットのI/Oデータを1つの安全入出力データとして伝送することが可能です。例えばセーフティスレーブが非常停止スイッチの場合は、「スイッチが押されている」または「スイッチが押されていない」の1つの状態のみ送信できます。

EN 954-1 [2] に従って、制御カテゴリ4 までのアプリケーションに対応できます。

11.1 概説

安全機能について詳細を以下に記述します。なお、標準の AS-Interface システムについては、安全に対する正しい理解を得る上で最低限の事柄に関してのみ説明してあります。

標準 AS-Interface システムに関する詳細は、AS-Interface ハンドブック[3]、および対応する規格EN50295 [1]¹を参照してください。

1 システムでスレーブを62台まで接続できるように拡張された新仕様については、AS-Interface仕様書バージョン2.1[4]に記載されています。

AS-Interfaceでは一本の2 芯ケーブルを用いて、最大31あるいは62台のスレーブが1つのマスタと通信できます。マスタはスレーブとの通信を制御し、ホストとの間で関連するデータの通信を行いません。ホストとは AS-Interface システムの上位に位置し、PLC や工業用PCまたはINTERBUS やPROFIBUS など上位のフィールドバスに接続するゲートウェイが該当します。マスタは、例えばPLC の一種の拡張モジュールとして、一般的にホストシステムを構成する機器として使用されます。

1. インターネット上の <http://as-interface.com> でも情報をご覧いただけます。

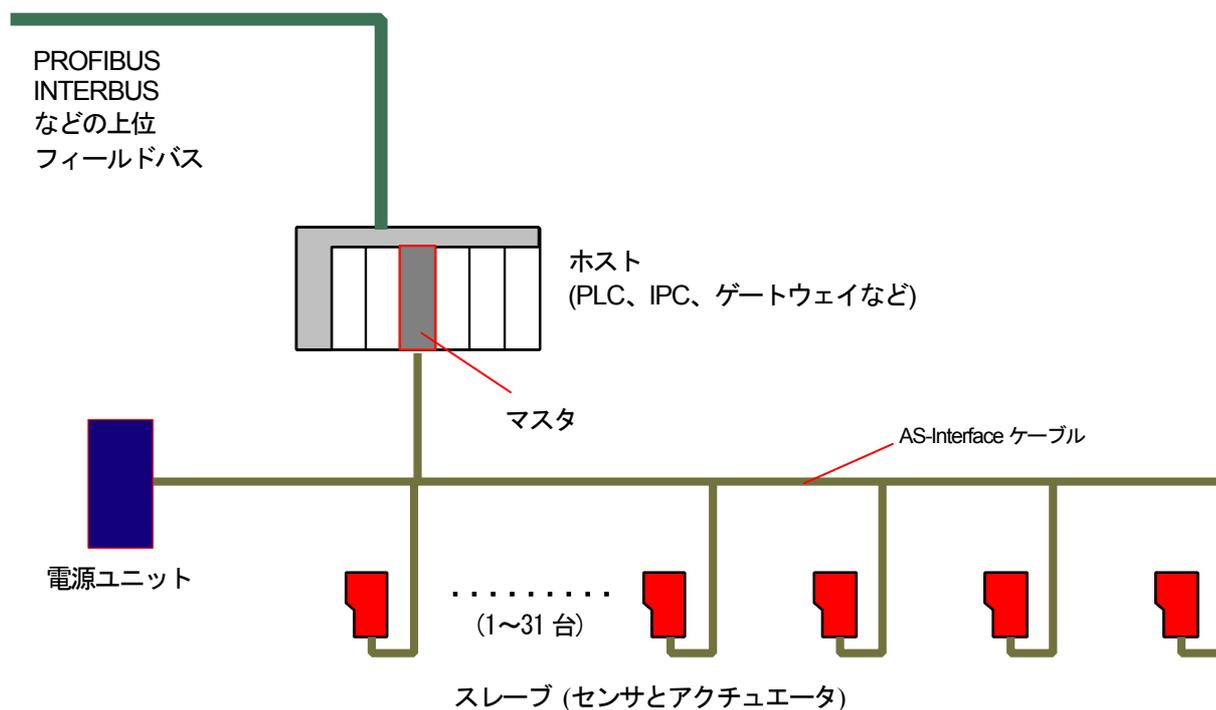


図 11.1 AS-Interface システムの概要

図11.1 に示すように、AS-Interface システムは AS-Interface 電源から電力を供給されます。また AS-Interface 電源は通信に必要な信号を生成する機能があります。AS-Interfaceシステム内の信号と電力は、最小断面積 1.5 mm^2 の 2 芯ケーブルで送られます。このときのケーブルの総延長は最大100 m で、最大構成における通信のサイクルタイムは 5 ms となります。

AS-Interface システムの最大の利点は、産業オートメーションに使用されるON/OFFレベルのセンサやアクチュエータの設置や配線コストを大幅に低減できることです。AS-Interface の接続技術により、2 芯フラットケーブルによる配線が可能になりました（スレーブのコネクタをフラットケーブルにピアシングします）。この接続技術を使うことにより、ネットワークに接続されたセンサやアクチュエータの診断を簡素化できます。さらにネットワークのトポロジを自由に選ぶことができるため増設も容易になりました。

AS-Interface システムは1994 年に市場に導入されて以来、スレーブ用IC が 200万個以上出荷されており、特に産業オートメーションやEMC要求に対して実績を積んできました。

標準AS-Interface システムに安全機能を追加する場合にも、セーフティ機器に対して上に述べた利点を生かすことができます。従来から必要とされてきた、安全機器の接点の状態を診断するための追加配線は、AS-Interface システムでは必要ありません。AS-Interface システムはホスト(高価な安全PLCではなく通常のPLC)により安全機器の診断ができます。

AS-Interface システムは一つのシステムに最大31 台のセーフティスレーブを接続することができます。この場合、AS-Interface セーフティモニタの最大応答時間(セーフティスレーブが作動してから AS-Interface セーフティモニタの安全出力がOFFするまでの時間)は最大40 ms であり、EN 954-1 のカテゴリ4 までのアプリケーションに対応できます。

11.2 バスシステム機器の通信部ハードウェア構成

図11.1 は、1 つのマスタと最大31 台までのスレーブから構成された標準 AS-Interface システムです。

AS-Interface 仕様書バージョン 2.1 [4] 以降、1 システム内で最大62 台まで使用可能なA/Bスレーブが登場しましたが、セーフティスレーブは標準スレーブと同じ最大31台に限定されますので注意してください。例えば 1つのシステムで 5 台のセーフティスレーブを必要とする場合、それ以外に接続できる標準または A/B スレーブの最大数は、標準スレーブの場合は26 台、A/B スレーブの場合は52 台となります。

データ交換とマネージメントを実行する通常動作時のデータ交換モード(Data Exchange mode)では、マスタコールによりマスタからスレーブアドレスに加えて4 ビットの出カデータ(4O)がすべてのスレーブに送信されます。図11.2 に示すように、スレーブアドレスが一致したスレーブはマスタコールを受信した後、マスタにスレーブレスポンスとして4 ビットの入カデータ(4I)を送信します。スレーブとマスタとの間で、8 ビットのI/Oデータが交換されます。

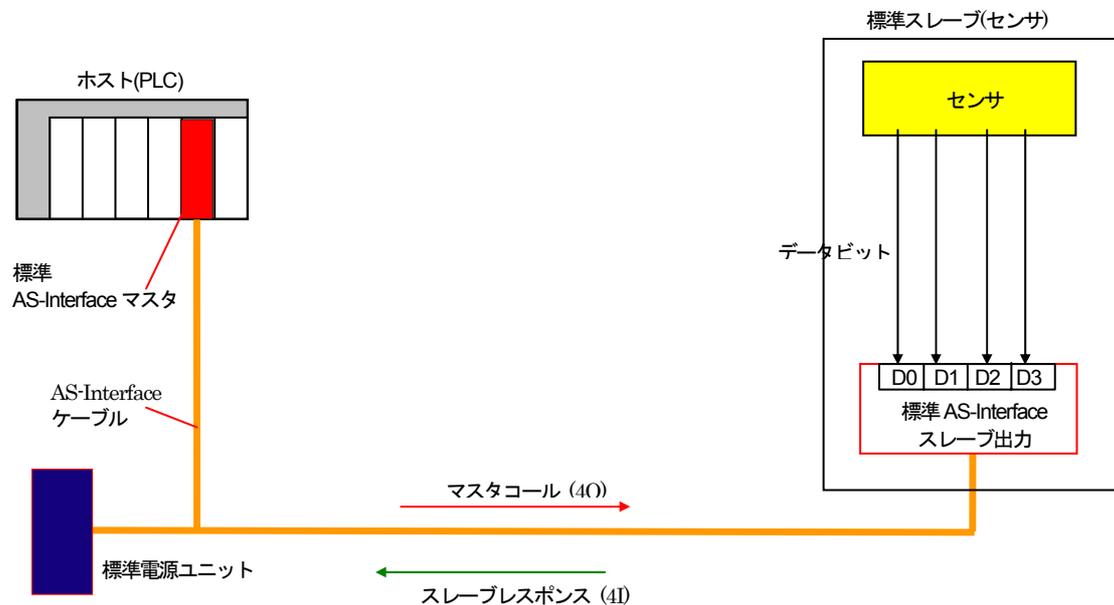


図 11.2 通常動作時のデータ交換モード

コールの順番はマスタ側で決定され、データ交換モードではスレーブアドレスの昇順でスレーブをコールします。マスタ・スレーブポーリングと呼ばれる通信方式です。データ交換モードでは最大31 のデータ交換が終了した後、マネージメントメッセージがマスタから1つのスレーブに対して送信され、スレーブはレスポンスをマスタに返します。データ交換とマネージメントを1サイクルとして繰り返されます。

データ交換時に、マスタがスレーブレスポンスにエラーを検出すると、そのスレーブに対して直ちにもう一度マスタコールを繰り返します。

こうしたメカニズムは安全機能を拡張する際にも有効です。AS-Interface Safety at Workシステムでは、マスタは安全関連機器である必要はなく、AS-Interface の仕様に適合していれば安全機能を満足させることができます。AS-Interface Safety at Workシステムの安全性能の確立に必要な機器は、セーフティスレーブとセーフティモニタだけです。

AS-Interface を使用したセーフティバスシステム

セーフティモニタはその名称が示すとおり、マスタとスレーブ間のデータ通信に干渉しません。セーフティモニタは、図11.3に示すように個々のセーフティスレーブを監視し状態を読取ります。

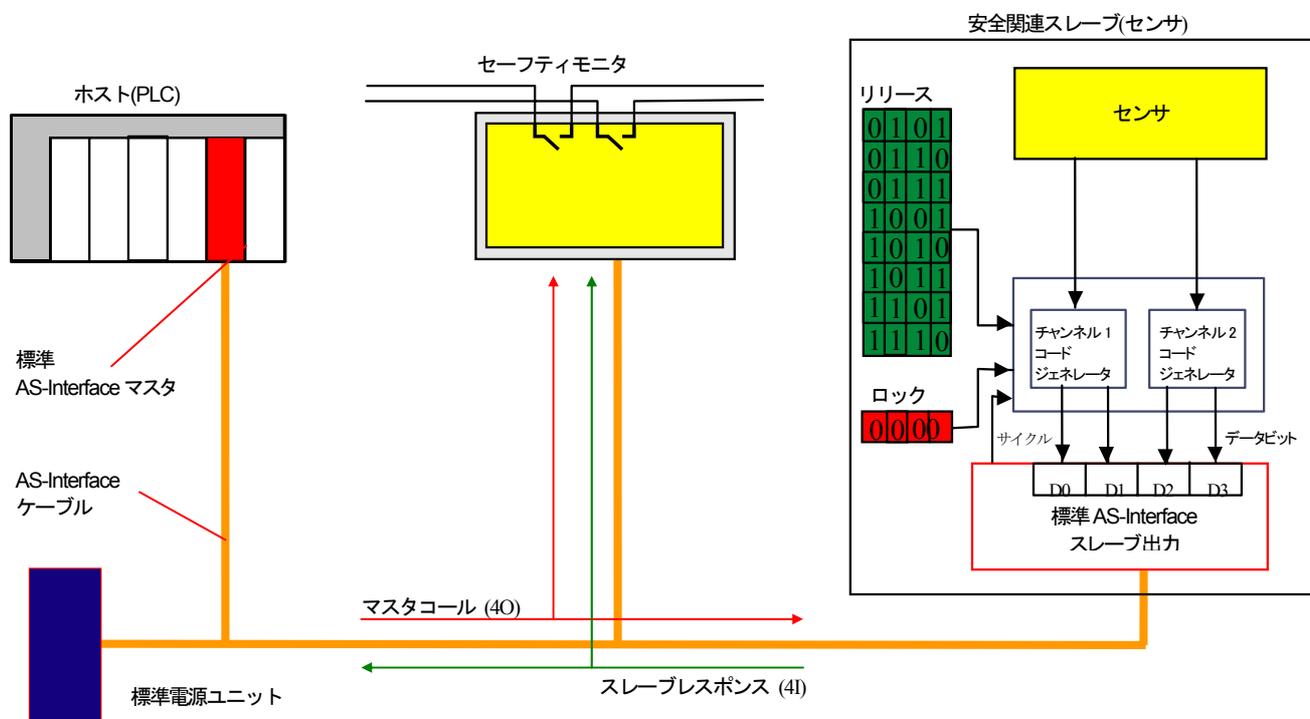


図 11.3 セーフティデータの交換

すべてのセーフティスレーブの状態は、セーフティモニタの安全プロセスイメージに送られ、セーフティモニタの安全出力に接続された装置の安全を確保します。

セーフティモニタは、独立した機器として設計され、また下位層（安全出力回路）を構成する装置を内蔵しています。この装置は、セーフティスレーブからの情報をプロセスイメージと照合し、リレーで構成された安全回路（例えば非常停止回路）を動作させることができます。

図11.4 はセーフティモニタのブロック図を、図11.5 は通常の制御機器および安全機器を含む AS-Interface システム構成を示しています。

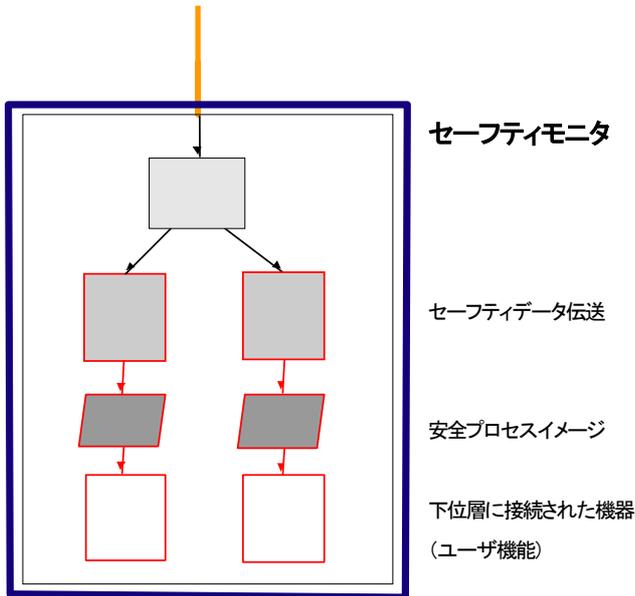


図 11.4 セーフティモニタのブロック図

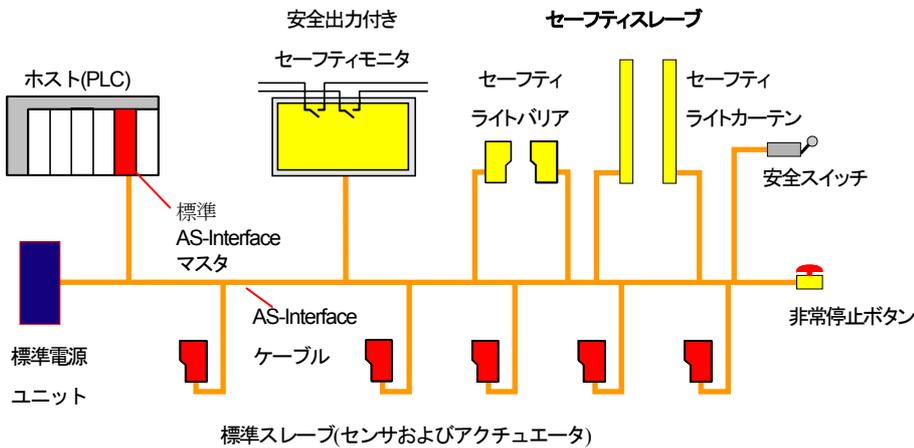


図 11.5 セーフティモニタを含む AS-Interface システムの構成

図11.6 のように接続されたマスタとセーフティモニタのユニットは、PROFISAFE や SafetyBUS p のような上位の安全フィールドバスシステムへのインターフェースとして使用できます。この場合、上位のセーフティコントローラの安全プロセスイメージが使用されます。

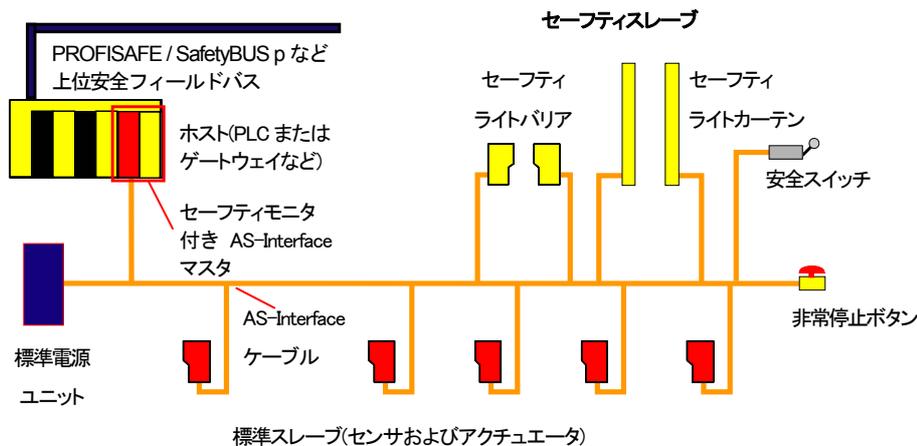


図 11.6 セーフティホストによるシステムの構成

図11.6 に示すように、マスタとセーフティモニタを一つのユニット内に設置すると、AS-Interfaceシステム経由でセーフティアクチュエータをON/OFF操作することができます。この場合マスタとセーフティモニタの上位にセーフティコントローラが必要となります。さらに、セーフティコントローラはアクチュエータに確実なON/OFF情報を提供できる機能が必要です。

この構成は [5] の構成モデルD に基づいています。安全はセーフティスレーブに接続または内蔵される安全機器の構造と AS-Interface セーフティモニタの構造により確保されます。また、AS-Interfaceシステムは安全な通信路ではありませんので、セーフティスレーブとの通信の安全性は、信号のダイナミック化と特殊なコーディングで確保されています。

安全を確保にするために、機器に要求される項目は以下通りです。

1. セーフティスレーブ

セーフティスレーブの構成は、10.3 で説明するスレーブの通信用 AS-Interface IC とコードジェネレータ回路の分離を確実にする必要がある。

2. セーフティモニタ

セーフティモニタは、セーフティスレーブからのコードパターンをシングルチャンネルで前処理できます。セーフティモニタのすべての機能は、安全に対して適切に設計され適合していることが必要です。

AS-Interface システムを構成する、AS-Interface マスタ、AS-Interface 電源、および制御用のスレーブなどは、すべて非安全機器として扱われます。

11.3 安全に対応したテレグラムの構造

安全に関する信号は、標準 AS-Interface の非安全部である通信路を使って送信されます。この通信路については11.2 に説明されていますが、さらに[3] にも詳細が記述されています。

14 ビット長のマスタコールの後に、マスタポーズをはさんで7 ビット長のスレーブレスポンスが続きます。各ビットの意味は、図 11.7 に示してあります。スレーブへの入力信号はデジタル信号としてサイクルごとにスレーブが読取り、マスタに伝送します。入力信号が同じ状態のままである場合でも、サイクルごとに新たに読取りますが、スレーブは前と同じ信号を伝送することになります。

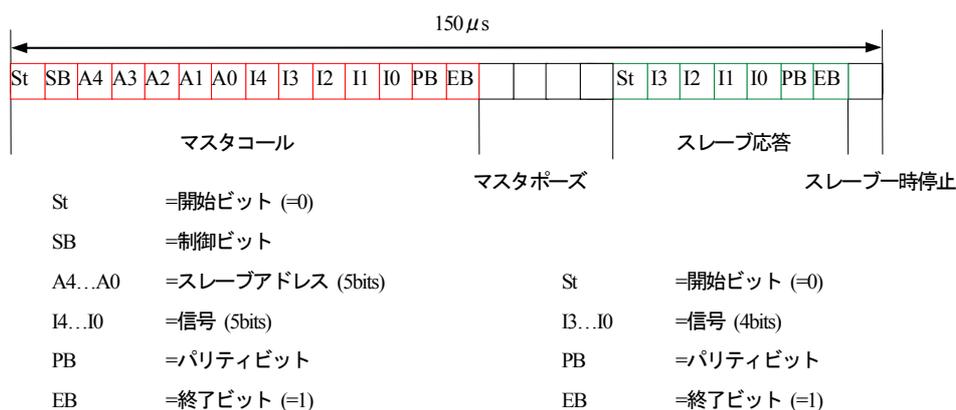


図 11.7: マスタコールとスレーブレスポンスの各ビットの意味

安全に関する信号の送信にも同様の通信メカニズムが適用され、スレーブのAS-Interface IC から 4 ビットの入力信号が送信されます。通信技術の観点からすれば、信号はマスタからスレーブへと送信され(マスタコール)、スレーブから信号が返信(スレーブレスポンス)されることとなります。しかし安全に関する信号の流れは、スレーブから AS-Interface セーフティモニタへと向かいます。AS-Interface セーフティモニタはすべての通信を「傍受」し監視します。ここで、安全に関するデータは、以下のように規定されています。

・マスタからは 1 ビットの安全に関するデータが送信されます。1 ビットで表わすことのできる状態の意味は**リリース**(=1)または**ロック**(=0)のどちらかです。

例:

非常停止が押されていない == **リリース** (「危険な動作を許可している状態」)

非常停止が押されている == **ロック** (「危険な動作はを禁止している状態」)

・**ロック**の状態ではスレーブIC の4入力に、値 (0, 0, 0, 0) が常に割り当てられます。

・**リリース**の状態では、4 入力にサイクルごとに異なる値が割り当てられます。値は、異なる4 ビット値が8 個1 セットとなったコードテーブルから構成されます。また、すべてのセーフティスレーブは、それぞれ独自のコードテーブルを持っています。スレーブに割り当てられたコードテーブルは、決められた規則に従って生成されます。コードテーブルはメーカーから提供されますが、スレーブに複数のコードテーブルを割り当てすることも可能です。ユーザは起動の前に、複数のコードテーブルの中から必要なものを選択することができます。

コードテーブルの例は図11.3 に示されています。

AS-Interface を使用したセーフティバスシステム

・AS-Interfaceセーフティモニタは安全プロセスイメージにおいて、接続されているセーフティスレーブに対してリリース、ロック、あるいはエラーのいずれかの状態を設定します。

ロック.....値 (0,0,0,0)を受信すると、この状態になります。

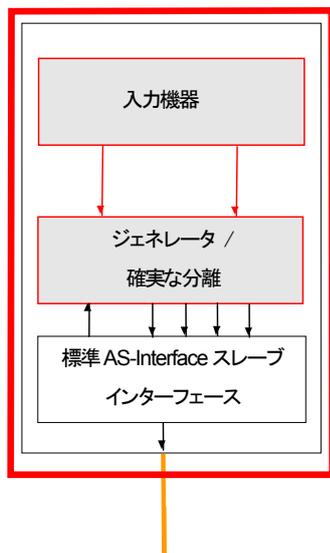
リリース...まず値(0,0,0,0)を最低 8 回連続して受信し、その後正しい値を9回受信するとこの状態になります。

エラー.....安全に関する信号の伝送規則に対する違反が生じた時の状態です。例えば不正な 4 ビット値を受信した時、あるいは許容時間を超えても正しい値が受信されない時などです。

安全技術的には、リリースとロックの 2つの状態のみを区別すればよいことになり、データを減少させることができます。

危険な動作を許可しているリリースの状態では、信号のダイナミック化により起こり得るエラーを伝送チャンネルで確実に検出し、危険な動作が ON の状態のままになることはありません。

ロックの状態では値 (0,0,0,0)が伝送され、リリースの状態ではサイクルごとに異なる値が伝送されなければなりません。この時、図 11.8 に示すように、コードジェネレータは対応するAS-InterfaceスレーブICのコードテーブルを生成します。サイクルはAS-Interfaceスレーブ ICのデータストロブ信号(DSTB、[3] 参照)により検出され、コードジェネレータは次の値を生成し送信の準備をします。AS-Interfaceセーフティモニタは、伝送されてきた値と予測値とを比較し、一致しない場合は安全性の確保のため安全出力を停止状態にします。



セーフティスレーブのブロック図

図 11.8 2チャンネルの安全機器を含むセーフティスレーブのブロック図

セーフティモニタは起動時に実行されるティーチングという方法で予測値を取得します。ティーチングについては 11.6 章に記述されています。

このプロセスは常に繰り返されています。しかし、安全機器がロックの状態になったときは、値(0,0,0,0)が直ちに伝送され、即座に停止状態になります。

このためにセーフティスレーブの構造は、ロック状態の時コードジェネレータ出力が AS-Interface スレーブ IC の入力から確実に分離される必要があります。これにより、AS-Interfaceスレーブ IC に最低限必要な値である(0,0,0,0)が割り当てられるようになります。

通常の安全機器を AS-Interface に接続するために安全接続モジュールを使用する場合、その特殊性を考慮し、セーフティスレーブは接続モジュールの内部に設置します。適用する安全カテゴリによっては従来の機器は2チャンネルで接続され、接点の溶着、あるいは接点間の短絡といったチャンネルのエラーは確実に検出されなければなりません。

2チャンネルの安全機器を持つセーフティスレーブのブロック図に示したように、AS-Interfaceスレーブ IC とコードジェネレータの確実な分離によって、各チャンネルに 2 ビットずつ割り当てられている場合には、接点の溶着が生じると、使用している 4 ビットのうちの 2 ビットだけ停止状態になります。AS-Interfaceセーフティモニタは伝送された値から状況を検知し、安全確保のために停止状態になり、システムの再起動を防止することができます。

またセーフティスレーブは設計上の要件に加えて、次に挙げるようなエラーに対する要求を満足しておく必要があります。

1. 誤った始動:

伝送エラーおよびその他の障害の発生により、いかなる場合もロックからリリースへ移行してはなりません。

2. 停止しない:

スイッチング中の伝送エラー、障害その他の外部の影響を受けた場合においても、リリースからロックへの移行は最大応答時間内に行われなければなりません。

11.4 伝送エラー対策

すでに述べたように、安全に関するデータの伝送は標準システム伝送に準拠しています。このために、まず伝送エラー対策として標準システムのメカニズムを理解することが必要です。エラー対策はノイズの影響を抑制するための対策と、ノイズによって発生するエラーを検知するための対策とがあります。

AS-Interface は産業オートメーションのプロセスレベルでの使用を想定して設計・開発されており、システムに適切な環境要件が考慮されています。論理的で対称性をもったシステム構造を開発することにより、電磁的妨害の激しい工業環境においても、平行 2 芯フラットケーブルでの電力と信号の伝送を可能にしています。このような構造にすることによりコモンモードがなくなり、ノイズの影響を削減しています。適切に設計されたこのネットワーク方式は、従来までのネットワーク方式の耐ノイズ性を上回ります。

電源ユニットは PELV に対応し、より確実に絶縁されていることも必要条件の一つです。

伝送エラーが発生しないようにするため、AS-Interface の仕様には IEC 61000 [6] に相当した EMC の関連要件がすべて定められています。AS-Interface 協会が製品の認証において行なう詳細な検査により、仕様が要件に適合していることが保証されています。

信号伝送方式(詳細は[3]を参照)には、エラー検出のための基本的な特長を持つマンチェスター符号化を採用しています。エラー検出のための基本的なメカニズムには次のものがあります。

- ・マスタコールとスレーブレスポンスにおけるパリティチェック
- ・符号化の変換規則
- ・テレグラム長の監視
- ・一時停止の監視

システムは長年の実績を持ち、その高い有用性で一般的に認められています。テストシステムで測定された通常の操作状態におけるエラーの発生率は、過去の経験上 10 errors/h 未満のレベルです。この数字はビットエラー率 $P_{\text{bit}} < 10^{-7}$ に相当し、優れたエラー抑制がシステムの高い有用性に大きく寄与していることを示しています。

また、マスタにはエラー検出の際のメッセージ反復のメカニズムが備わっています。このメカニズムにより、エラーが均等に分布していると仮定した場合、理論上システムのビットエラー率は $P_{\text{bit}} = 4.7 \times 10^{-2}$ となります。ただしこの場合、システムに關与する機器がすべて正常に動作しているものとします。

1ケーブルによる混在運転が可能となったことにより、伝送チャンネルに関しては、通常運転機能と安全機能に対して同じ条件が適用されます。信号の伝送をダイナミック化することで、安全に関する信号の伝送も可能になりました。これは標準システムの全安全対策が故障した場合にも、必要な安全性を確保できるものです。

11.5章に、残存エラー率はIEC 61508 の SIL 3 で要求される値以下であることが示されています。

さらに、メッセージの反復、損失、挿入、取り違え、変化および遅延などの伝送システムエラー(詳細は[5]を参照)は、伝送信号のダイナミック化のメカニズムによって抑制されることが明らかになっています。

11.5 残存エラー率の検証

残存エラー率は [5]の方式をもとに決定されています。

IEC 61508 [7]で定められた SIL 3 あるいは EN 954-1 [2]の制御カテゴリ 4 を満足するため、残存エラー率 Λ は $\Lambda < 10^{-9}/h$ 、すなわち 10^9 時間の稼働で未検知エラーが 1 である必要があります。

CRC またはそれに類するような情報の統合性を厳重にチェックするシステムでは、既知の手法に沿って調査を行なうことができます。AS-Interface の場合には、システムすべてにわたる徹底的な調査が必要です。特に次のような安全性に関わる危険なケースにおいては、11.3 章に示したポイントをチェックし、発生確率を検証する必要があります。

誤った始動

ロック状態において、セーフティスレーブは(0,0,0,0)を送信しています。もし伝送経路でエラーが発生すると、値(0,0,0,0)が変化して、リリースのための値が受信側に到着する可能性があります。そのとき受信側ではプロセスイメージ内で該当するセーフティスレーブがリリースに切り換わり、危険な動作に許可が与えられます。

停止しない

セーフティスレーブが停止動作を開始した瞬間、ダイナミックな値に代わって値 (0,0,0,0) が送信されます。ロックを表わす値 (0,0,0,0) の伝送中にエラーが発生して、リリースを表わすダイナミックな値に変化すると、受信側ではダイナミックな値が正常に続いていると判断します。プロセスイメージにはセーフティスレーブのリリース状態が保持され、停止プロセスが実行されません。

ビットエラー率の増大

標準システムの安全性メカニズムが作動しない場合、継続的に発生するビットエラーが残存エラー率を増大させ、バスラインに大量の障害が発生します。

詳細な検証により、上記のようなエラーケースが発生したとしても、SIL3 の要件を満たしていることが証明されています。以下にその概略を述べます。

その 1 「誤った始動」に関して：

起動時に発生し得るエラーを考察します。

次の条件が満たされている場合、セーフティスレーブは監視を行うAS-Interfaceセーフティモニタにより、リリース状態に切り換えられます。

8 組の異なる値からなるコードテーブルが周期的に正しく受信され、さらに2順目の最初の受信値が再度正しく受け取られる。つまり合計 9つの正しい値を受信したとき。

最悪条件では、正しい値を取得するために1ビットのセットビット「1」だけが必要です。9つの正しい値を取得する確率、従ってそれによる残存エラー率は

$$P_{\text{series}} = P_{\text{REP}} < P_{\text{bit}}^9$$

となります。ビットエラー率 10^{-2} と仮定し、マスタコール1 Hz の場合の「誤った始動」に対する残存エラー率 Λ は

$$\Lambda < 10^{-13}/h \quad (\text{メッセージごと})$$

と見込まれます。

(注意:この条件はコードテーブルの生成規則と矛盾します、このようなコードテーブルはあり得ず、実際よりも条件が悪く、いわば、「ワーストケースより悪い」状態です。)

その 2 「停止しない」 に関して：

停止プロセス中に発生し得るエラーを考察します。

停止のために伝送されるべき値 (0,0,0,0) でなくダイナミックな値が伝送された場合、最悪条件では次にくる値の中の 1 ビットが変化します。コードテーブル生成規則によると、次に来る値は前の値から最低 2 ビットが変化しなければなりません。1ビットの変化は3番目の値にも関係します。これによって正しいコードテーブルにエラーが発生する確率は次のように算出されます。

$$P_{\text{series}} = P_{\text{REP}} < 1/8 \times P_{\text{bit}}^4$$

ビットエラー率 $P_{\text{Bit}} = 10^{-4}$ 、マスタコール 1 Hz では [5] に準じて残存エラー率は次のようになります。

$$\Lambda < 9 \times 10^{-10} / \text{h}$$

その 3 「ビットエラー率の増大」 に関して：

[5]によると、残存エラー率の算出に含まれるビットエラー率は、 $P_{\text{Bit}} = 10^{-2}$ と推測、実証されています。

残存エラーの推測にはエラーカウンタが使用されます。もし一定のエラー率を超えた場合は安全に停止します。

AS-Interface で使用されるエラー監視機能について以下に説明します。

すでに説明したように、正常稼働中の AS-Interface システムのビットエラー率と監視されているビットエラー率とは一致し、その値は $P_{\text{bit}} < 10^{-7}$ です。従って残存エラー率算出のために前提とされたビットエラー率 10^{-4} は、正常稼働中のシステムで監視された確率の 1000 倍となります。

残存エラー率の算出では、標準システムの安全メカニズム、特に AS-Interface スレーブ IC とマスタのコードチェックシーケンス機能は使用できないと想定します。この前提でそれぞれのエラーはAS-Interfaceセーフティモニタの上位に位置付けられた安全レベルに渡されます。

AS-Interfaceセーフティモニタは伝送されたビットの大部分を判別し、実際の値と予想された値とが一致しない時、エラーは高い確率で検出されます。スレーブから伝送された値やマスタから渡されたスレーブのアドレスも同様に処理されます。セーフティモニタはコードテーブルやマスタコールで昇順に渡されるアドレスも常に監視しているため、このような処理が可能です。

このように残存エラー率算出のために想定されたビットエラー率は、セーフティモニタの監視によって短時間でエラーとして検出され、結果的に停止状態となります(表 11.1 参照)。

ビットエラー率 P_{bit}	停止サイクル時間
10^{-4}	1s
10^{-2}	10ms

表 11.1 ビットエラー率と停止サイクル時間

この表ではビットエラー率 10^{-4} または 10^{-2} においては、1 秒または 10 ms ごとに停止が起こることを表わしていますが、これでは現場で受け入れられません。このために、AS-Interface がビットエラー率 10^{-7} 以下で使用されると想定すると、1000 s ごとに停止することになります。

11.6 起動 / 修理

[3] に記述した標準 AS-Interface システムの起動と比較して、以下に示すような追加項目があります。

- ・必要な全機器のシステムデザイン
- ・オプション : 安全に関連しないホスト(多くは PLC)のマスタ設定
- ・セーフティモニタ設定による安全関連部分の設定
- ・標準スレーブとセーフティスレーブの AS-Interface スレーブアドレスの割り当て
- ・電源の起動
- ・「現在設定」機能によるマスタの設定(ホストからの設定がされていない場合)
- ・AS-Interface 通常モード移行後 : セーフティスレーブのコードテーブルのティーチング
- ・条件 : すべてのスレーブがリリースの状態であること (例えば非常停止が動作していないこと)
- ・責任者によるすべての安全機能のチェックおよび文書化
- ・システム動作の有効化

システム内で発生する誤操作およびエラーは、標準システムで判明している注意事項に加えて、以下のような状況も考慮することが必要です。

1. セーフティスレーブの故障

この場合、その機器は通常交換しなければなりません。ただし、一つのシステム中で別のセーフティスレーブに同じコードテーブルを使うことは許されないため、交換した機器が現在保有するコードテーブルは、破損したスレーブのコードテーブルとは対応していません。このため、スレーブを交換し AS-Interface アドレスを割り当てた後、ティーチング手順に従ってスレーブのコードテーブルを新たに読み込ませる必要があります。その後エラーが発生していなければ、機器を再び作動状態に移行することができます。

2. AS-Interfaceセーフティモニタの故障

AS-Interfaceセーフティモニタが故障した場合、交換する機器は元の機器と全く同一の設定にしなければなりません。これを行うには2通りの方法があります。

- ・設定用 PC から新しいセーフティモニタに設定を再ダウンロードします。
- ・特別に保護された設定メモリがダメージを受けていない場合には、破損したセーフティモニタから設定を直接転送できます。

11.7 有用性

混在使用されているバスシステムの安全機能の有用性は、標準システムの有用性と同じです。

既に述べたように、過去に設置されているほとんどのシステムにおいて、AS-Interface のノイズに対する耐性が、オートメーションでの使用要件を満たすことのできるものであることが実証されています。

11.8 メーカー

はじめに、AS-Interface 協会のワーキンググループによって標準システムの安全技術拡張のためのシステムコンセプトが開発されました。このコンセプトには伝送メカニズムに必要なメカニズムがすべて含まれており、すべての製品開発に必要な基礎となるものでした。このシステムは様々なメーカーの様々な製品に対して公開されました。したがって、全ての製品の相互運用性が保証されました。

初期の製品は、協賛メーカーが共同で開発を進めました。特に、追加で必要となるセーフティモニタの開発は、以下の企業からなるコンソーシアムが開発に携わりました。

Bihl+Wiedemann, EJA, Euchner, Festo, IDEC, ifm, Leuze, OMRON, Pepperl+Fuchs, Pilz, Schmersal, Schneider electric, Sick, Siemens

AS-Interfaceシステムに接続されるセーフティスレーブの認証に関して、重要事項を以下に挙げます。

- ・ 他の AS-Interface 製品との相互運用性に関する認証は AS-Interface 協会が行いません。
- ・ EN 954-1 に準拠した制御カテゴリに要求される認証は TUEV や BIA などの組織によって行なわれます。
- ・ IEC61508 で要求される認証は TUEV や BIA などの組織によって行なわれます。

11.9 参考文献一覧

[1] DIN EN 50295,

Low-voltage switchgear and controlgear - Controller and device interface systems - Actuator Sensor Interface (AS-Interface); German version EN 50295: 1999-10

[2] DIN EN 954-1,

Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design; German version EN 954-1: 1997-03

[3] Kriesel, Werner R.; Madelung, Otto W. (Hrsg.): AS-Interface. The Actuator Sensor Interface for automation.

Published by Carl Hanser Verlag; Munich, Vienna, 1999, ISBN 3-446-21064-4

[4] Specification of the AS-Interface, ComSpec V2.1. AS-International Association.

(AS-International 協会より入手可能、 <http://www.as-interface.net>)

[5] Suggestion for fundamental testing and certification of "bus systems for the transmission of safety-relevant messages", 29.2.2000

[6] DIN EN 61000 in several parts, electromagnetic compatibility (EMC)

[7] IEC 61508 1-7, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems, 2000-05

[8] AS-Interface - The Automation Solution, A compilation of technology, functionality, applications

(英語版がAS-International 協会より入手可能、 <http://www.as-interface.net>)

IDEC IDEC株式会社

取扱説明書でご不明な点が御座いましたら、下記の技術問い合わせ窓口へお問い合わせ下さい。
お問い合わせ時間：9:00～12:00／13:00～17:00(土・日曜日、祝日および弊社休日を除く)

【技術問い合わせ窓口】

東京: TEL (03) 5782-7692 名古屋: TEL (052) 732-2712 大阪: TEL (06) 6398-3070
広島: TEL (082) 242-7110 福岡: TEL (092) 474-6331

<http://www.idec.com>

取説B-759(1) 2007年4月現在