



技術情報

安全対応の位置計測システム

～ ピュアシリアルEnDat 2.2インターフェースを採用し、EN 61 508規格のコントロールカテゴリSIL-3や EN ISO 13 849規格のパフォーマンスレベル“e”に適合する安全アプリケーションに対応～

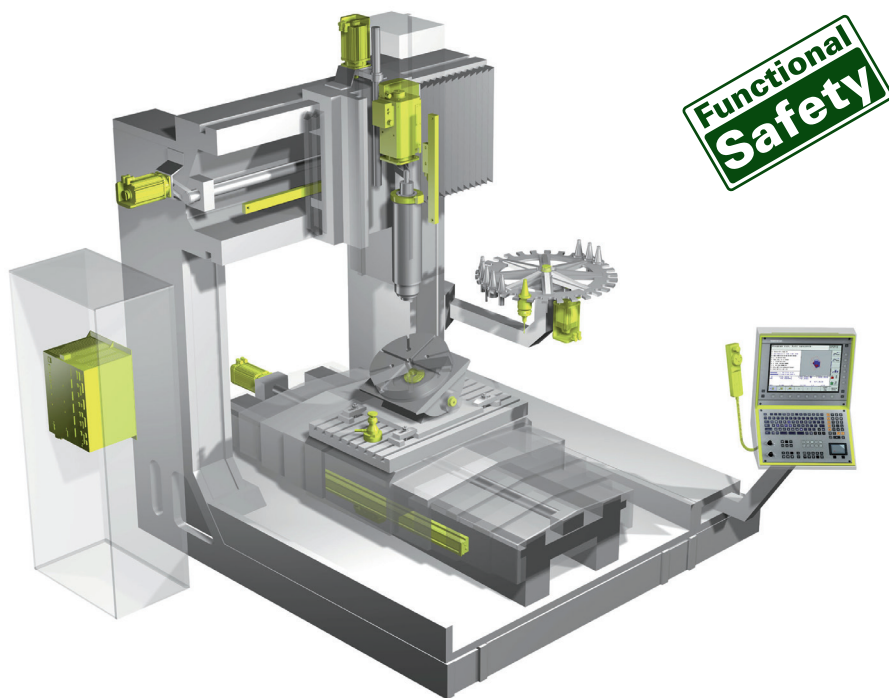
ハイデンハインは、EnDat 2.2によるピュアシリアル通信を行うため、シングルエンコーダシステムとして安全対応のアプリケーションでの使用が可能なエンコーダを用意しています。EN 61 508 規格の SIL-2 カテゴリや EN ISO 13 849 のパフォーマンスレベル "d" に適合したアプリケーションの安全制御装置と結合することができます。位置情報は、互いに独立して生成される2つの位置データならびにエラービットに基づいて安全に伝送され、安全制御装置へ供給されます。

安全対応の取付け方法を行うロータリエンコーダの他に、シールドタイプのアbsoluteトリニアエンコーダやAbsolute角度エンコーダも機能安全対応となっています。

安全性は近年、機械・プラント建設業界において急速にその重要度を増しています。その証拠に、新たな法律やより厳しい安全基準が国内外で制定されています。このような厳しい要求は、主に作業者に対する安全確保のためのものですが、資産や環境についてもさらに配慮がなされてきています。

機能安全の目指すものは、機械や設備の正常運転時もしくは異常運転時に起こりうるリスクを最小限にする、もしくは排除することです。それはシステムに冗長性を持たせることで実現できます。例えば、安全アプリケーションの軸は、機能安全に対応するため、位置情報に冗長性を要求します。正確な位置情報を入力するためには、様々なシステム構成が考えられます。1つの方法としては、1軸に2つのエンコーダを使用することです。しかし多くの場合、コスト削減の観点から1つのエンコーダのみの使用が採用されています。これまでは、アナログ正弦波信号出力のエンコーダをこのために使用してきました。

ハイデンハインは、EN 61508とEN 13849に準拠した安全性重視のアプリケーションにおいて安全対応の位置計測システムを実現するため、ピュアシリアル通信のシングルエンコーダでのシステムソリューションを提案いたします。



すなわち、安全アプリケーションは、コストの最適化、診断機能、自動調整、そして位置データの高速生成など、シリアルデータ伝送のあらゆる長所を活かすことができます。

安全対応の位置計測システム

安全対応のアプリケーションのためのハイデンハイン製計測システムは、EN 61 508 と EN ISO 13 849-1 (EN 954-1 の後継規格) に適合しています。これらの規格では、組み込まれている部品やサブシステムの故障確率に基づく、安全に対応したシステムの評価が記述されています。このモジュール的アプローチは、安全対応のシステムを構築するメーカーがシステム全体を構築する際に役立ちます。なぜなら、あらかじめ適合しているサブシステムを使ってシステムの構築を始めることができるからです。EnDat 2.2 を介したシリアルデータ伝送を伴う安全対応の位置決めエンコーダは、この手法に寄与できます。安全な運転における**安全対応の位置計測システム**は、このようなサブシステムを提供いたします。安全対応の位置計測システムとは、以下で構成されています。

- EnDat 2.2 インターフェイス搭載エンコーダ
- EnDat 2.2 通信用データ伝送線ならびにハイデンハイン製ケーブル
- 監視機能を持った EnDat 2.2 受信回路 (EnDat Master)

さらに、実際の“安全なサーボドライブ”システム全体は、以下で構成されます。

- 安全対応の位置計測システム
- 安全対応の制御装置 (監視機能を持った EnDat Master を含む)
- モータ電源ケーブル・ドライブを伴う電源部
- エンコーダとドライブの間の物理的な接続 (例: シャフト接続やカップリング)

アプリケーションの範囲

ハイデンハインの安全対応の位置計測システムは、EN 61 508 規格で定められたコントロールカテゴリ SIL-2、EN ISO 13 849 のパフォーマンスレベル “d” やカテゴリ 3 を満たすアプリケーション内で、シングルエンコーダシステムとして使用できるように設計されています。

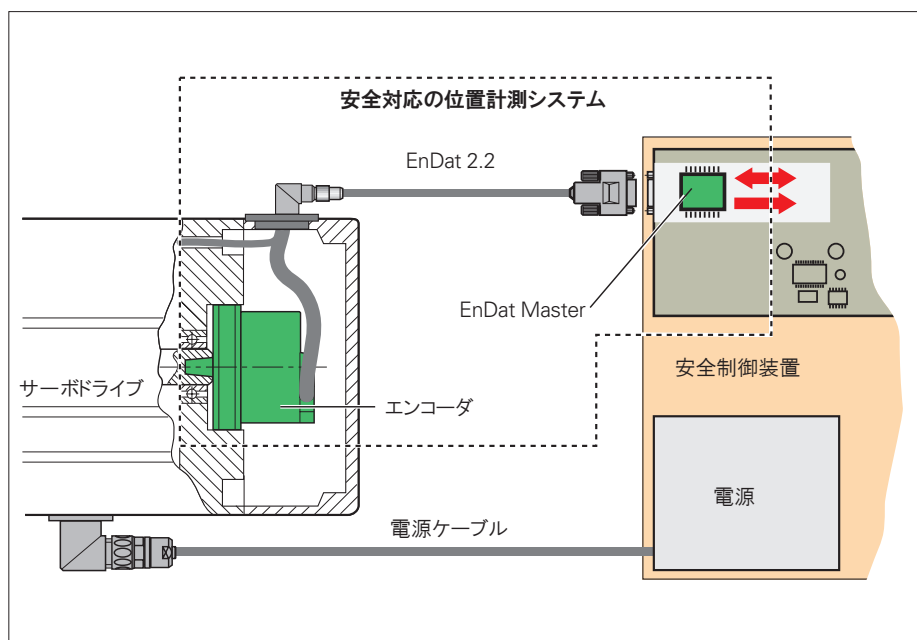
制御装置内で追加的な監視を行うことで、一部のエンコーダは、SIL-3、パフォーマンスレベル “e”、カテゴリ 4 の安全アプリケーションにも使用可能となります。詳細は、対応エンコーダのカタログ、製品情報などの資料を参照ください。安全対応の位置計測システムの機能は、システム全体で下表に挙げる安全機能にも使うことができます。(EN 61 800-5-2 も参照ください)

SS1	Safe Stop 1
SS2	Safe Stop 2
SOS	Safe Operating Stop
SLA	Safely Limited Acceleration
SAR	Safe Acceleration Range
SLS	Safely Limited Speed
SSR	Safe Speed Range
SLP	Safely Limited Position
SLI	Safely Limited Increment
SDI	Safe Direction
SSM	Safe Speed Monitor

Safety functions according to EN 61 800-5-2.

EnDat 2.2 インターフェイス搭載の安全対応位置計測システムに加え、ハイデンハインは DRIVE-CLiQ¹⁾ インターフェイスを搭載したアプリケーション用の安全対応エンコーダを用意しています。詳細については、各製品情報を参照ください。安全アプリケーションにおいて標準エンコーダ(信号出力 1 V_{pp} 等)の使用時に個別の追加データ(EN 61800-5-2、D16)に基づく故障率や故障モデルが必要な場合は、お問い合わせください。

¹⁾DRIVE-CLiQはSIEMENS AG社の登録商標です。



安全対応のサーボドライブシステム

機能

エンコーダ内で同時にスキニングを行うことにより2つの独立した位置データが生成され、EnDat 2.2 プロトコルにて EnDat Master に伝送されます。位置計測システムの安全方策はこれら位置データに基づいています。EnDat Master には様々な監視機能が備わっており、エンコーダ内のエラーや送信中のエラーを検出することができます。そして2つの位置データを比較します。EnDat Master は、2つの位置データと独立したエラービットを、2つのプロセッサインターフェースを介して安全制御側へ送ります。制御側では、安全対応の位置計測システムが正しく動作しているか、定期的にテストをして監視します。EnDat 2.2 プロトコルのアーキテクチャによって、どんな制御運転時においても、すべての安全に関する情報処理や機械制御を正常に実施することが可能です。これは、安全対応に関する情報が付加情報に保存されているために可能となります。EN 61 508 に従った位置計測システムのアーキテクチャは、シングルチャンネルテストシステムと考えられています。

位置計測システム構築に関する資料

位置計測システムの使用目的は、制御設計、機械設計、据付工事、サービス部門などに要求を行いません。必要な情報が位置計測システムに関する資料に記載されています。

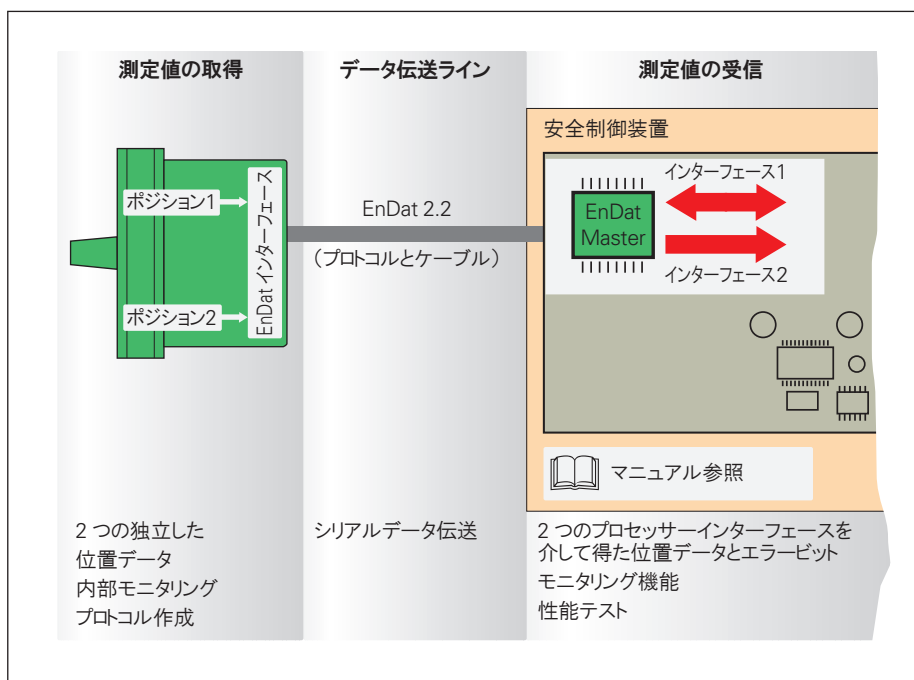
安全対応のアプリケーションに位置計測システムを導入するために、適切な制御が必要となります。制御はエンコーダとの通信やエンコーダデータの内容チェックなど基本的な処理を想定しています。

安全制御にて機能を監視するEnDat Master の構築に必要なことは、ハイデンハインの資料 533095に記載されています。例えば、位置値やエラービットの評価と処理についてや、位置計測システムの電氣的接続やサイクリック試験に関する仕様が記載されています。

資料 1000344には、一部のエンコーダを、SIL3、パフォーマンスレベル“e”、カテゴリ4の安全アプリケーションで使用するための追加的監視について、記載されています。

機械やプラントメーカーでは、これら詳細に注意を払う必要はありません。これらの機能は制御側から供給される必要があります。製品情報、カタログ、取付説明書には適切なエンコーダの選択の手引きが掲載されています。**製品情報とカタログ**にはエンコーダの機能とアプリケーションの一般的なデータだけでなく、仕様と環境条件についても記載されています。**取付説明書**にはエンコーダ取付けに関する詳細情報を掲載しています。

安全システムのアーキテクチャーと制御の診断により、さらなる要求が起こる可能性があります。例えば、制御の操作マニュアルにはエンコーダとモータ間での機械的接続の緩みがエラー除外にしているかどうかを明確に述べられている必要があります。機械設計者は、要求結果を、例えば、据付工事者やサービス技術者に知らせる必要があります。(安全対応の特性値に関する情報を参照ください)



安全対応の特性値



安全性重視のアプリケーションにおける位置計測を行う場合、後述のように他のパラメータが関連してきます。機械の安全設計時にこれらのパラメータに従わなければなりません。

単位時間あたりの危険故障確率 (PFH 値) はエンコーダの 1 時間あたりにおける危険故障の発生確率を示します。エンコーダの故障率は、全体システムに対する PFH 値の計算式に含まれています。

アプリケーションの**エラー反応時間**は、制御装置や作動装置（ブレーキやコンタクタなど）の安全モジュールのサイクル時間によって異なります。さらに、アプリケーション特有の設定（例：EnDat クロック周波数）もこの値に影響を及ぼす可能性があります。よって、管理文書に記載されているエラー反応時間が参照されなければなりません。

安全位置は、安全なエラー検出が確立されるまでの、エンコーダの最大限の可能オフセット位置を表します。その個々の値は、通常オペレーションで使用する位置値 1 の値とリンクしており、安全測定単位となります。その値は、例えば、指等の挟まれ事故を防ぐための、必要最小距離に直接影響を及ぼします。安全位置は、エンコーダの測定値と機械的接続値に分けられます。

エンコーダの測定値は、制御内で比較した位置値の影響力を含む、最大限のオフセット位置を表します。（資料 536402 の算法による）定量的誤差に加えて、エンコーダ内で起こるいかなる位置誤差も含まれます。制御やアプリケーション次第で、個々の値 = **安全測定分解能** (SM: Safety-relevant measuring step) は、機能安全のパラメータ化にも関連します。管理文書はそのような事例に準じた記述を含みます。

特性値**機械的接続**は“機械的接続の緩み”による誤差が生じた場合の値を示します。EN 61 800-5-2、電気モータに関する基準の表 D16 では、考慮を必要とする故障の際の損失もしくはエンコーダとモータ間の機械的接続の緩みを定義しています。

制御側がそのような誤差を検知するという保証はできないため、多くの場合、緩みの可能性を排除しなければなりません。制御の操作マニュアルにおいて緩み対策を要求している場合、安全な機械的接続に関する情報を考慮しなければなりません。要求がない場合は、無視することができます。摩擦式接続のエラー除外の場合には、安全位置とみなされる必要のあるこれ以上の機械的オフセットはありません。

緩み対策がバックラッシュによる機械停止のみで十分な場合、この最大可能オフセットを安全位置と算定できます。これはエンコーダの測定値と機械的接続値を足すことで算出できます。

重要事項

緩み対策は許容可能な仕様の制限事項と関係づけることができます。これは適切なエンコーダや取付方式の選択のためと考えられます。さらに、機械的接続の欠落や緩み対策は、エンコーダ取付時や標準のアプリケーションでは不必要な処置（例：ねじ部の回転防止ロックなど）を行う際には、通常、追加的監視を要します。機械の設計エンジニアはこれらの追加的監視に厳密に従わなければなりません。

関連資料

エンコーダが正しく動作するように以下資料の記載内容にしたがってください。

- 安全対応の位置測定システムの製品情報、カタログ、および取付説明書

制御導入に関する資料

- | | |
|--|---------|
| • Specification for Safe Control | 533095 |
| • Supplementary Specification for SIL 3, PL “e”, Cat.4 | 1000344 |
| • EnDat Interface Description | 297403 |
| • Electrical Connection Directive | 231929 |
| • Requirements for PositionValue Comparison | 536402 |

ハイデンハイン株式会社

<http://www.heidenhain.co.jp>

本社
〒102-0083
東京都千代田区麹町3-2
ヒューリック麹町ビル9F
☎ (03) 3234-7781
☎ (03) 3262-2539

名古屋営業所
〒460-0002
名古屋市中区丸の内3-23-20
HF桜通ビルディング10F
☎ (052) 959-4677
☎ (052) 962-1381

大阪営業所
〒532-0011
大阪市淀川区西中島6-1-1
新大阪プライムタワー16F
☎ (06) 6885-3501
☎ (06) 6885-3502

九州営業所
〒802-0005
北九州市小倉北区堺町1-2-16
十八銀行第一生命共同ビルディング6F
☎ (093) 511-6696
☎ (093) 551-1617