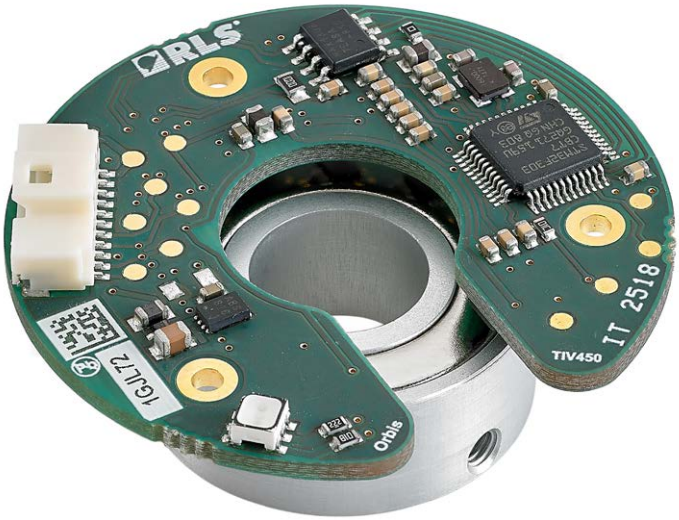
データシート

BRD10_07
第 7 版、2020 年 6 月 15 日

Orbis™ ロータリアブソリュートエンコーダ



Orbis™ は、スペースの関係で通常の OnAxis エンコーダを回転軸の先端に取り付けられないような場合や中空シャフトが必要な場合に最適なロータリアブソリュートエンコーダです。

このエンコーダは、径方向に磁化した永久リング磁石とプリント基板 (PCB) で構成されます。PCB 上には、磁場が 1 回転するごとに 1 周期のサイン波とコサイン波の信号が形成されるように RLS 独自設計のホールセンサーが配置されています。さらに、このセンサーにより、ハーモニックエラー要因を解消しています。

適応フィルタリング機能により、低回転速度での高分解能を確保し、高速での角度遅延を抑えています。また、Orbis™ には、自己キャリブレーションアルゴリズムが追加搭載されており、取付け後精度を向上しています。

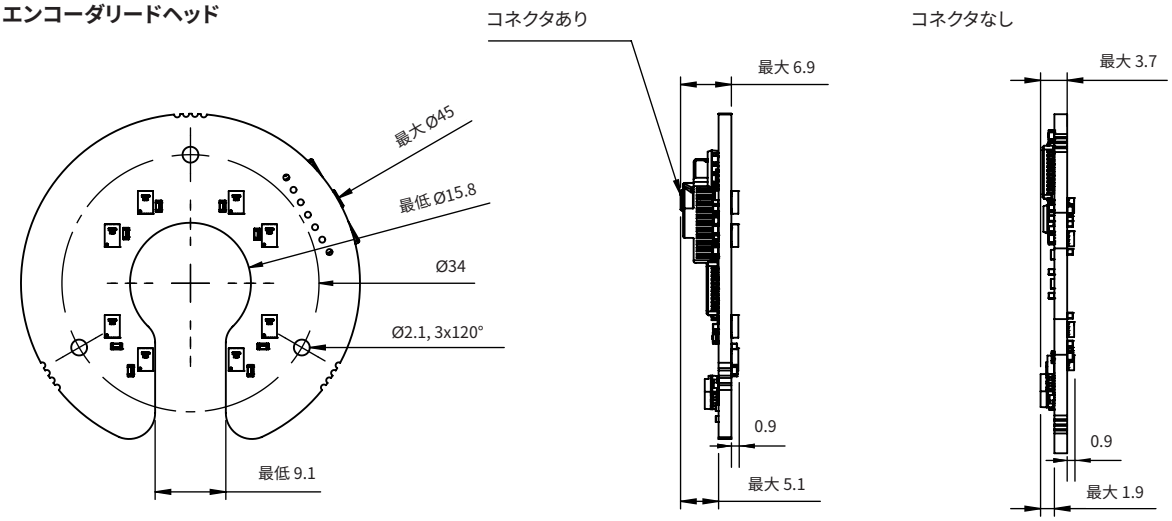
Orbis™ は測定方式がスルーホール (貫通穴) のため、用途に合わせて基板や磁石のサイズをカスタマイズできます。

- 真のアブソリュートエンコーダ
- 分解能 14bit
- マルチターンカウンタ機能
- スルーホール設計で、シャフト上のどこにでも取付け可能
- 取付け後に自己キャリブレーションを実施 (オプション)
- 自己診断機能を搭載
- ステータス LED
- BiSS-C、SSI、SPI、非同期シリアルおよび通信 PWM
- 広い取付け公差

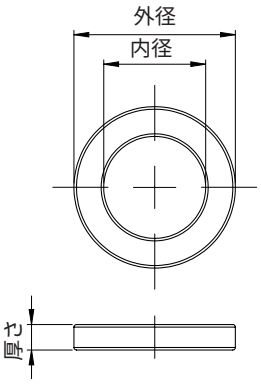
寸法

寸法と公差の単位: mm

エンコーダリードヘッド



永久磁石

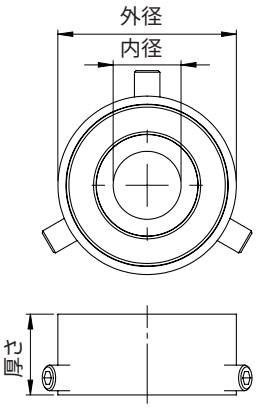


使用可能な磁石:

内径	外径	厚さ
12	19	3
16	24	3.5

内径および外径の公差は±0.05 です。

磁気アクチュエータ (磁石込み)



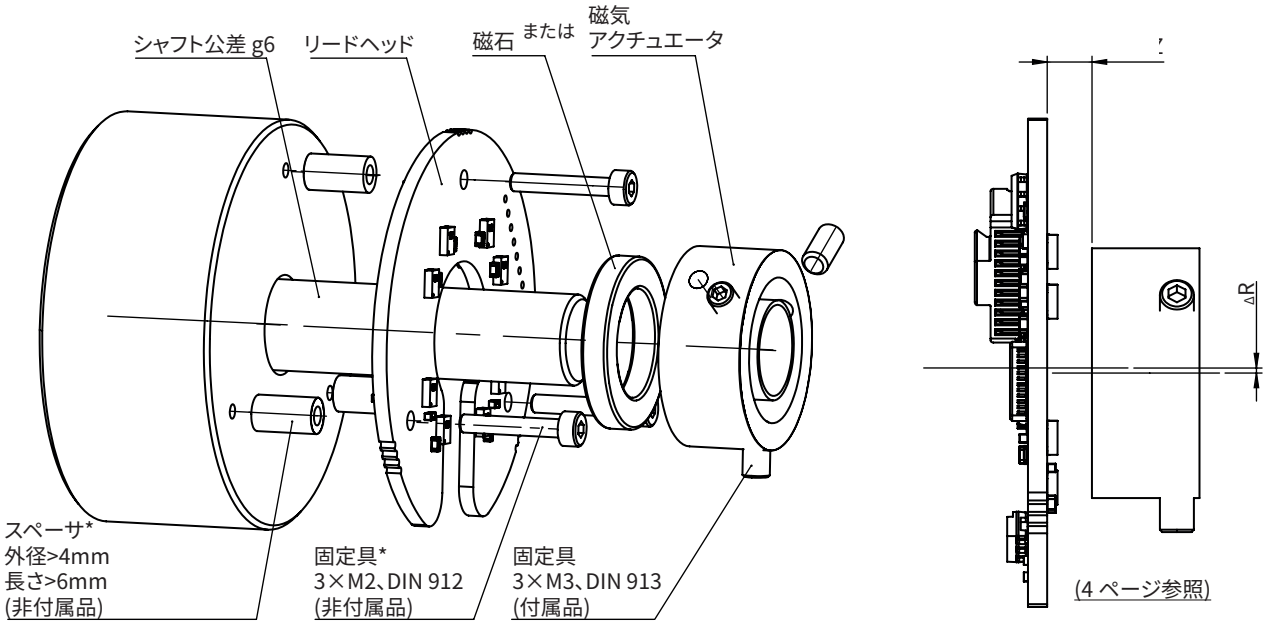
使用可能なアクチュエータ:

内径	外径	厚さ
6	21	9.5
8	21	9.5
10	22	9.5
12	27	10
14	27	10
15	27	10

内径の公差は H7 です。

取付け図

標準品



*接触面がリードヘッドの金メッキ面に収まるように、リードヘッドを取り付けてください。

技術仕様

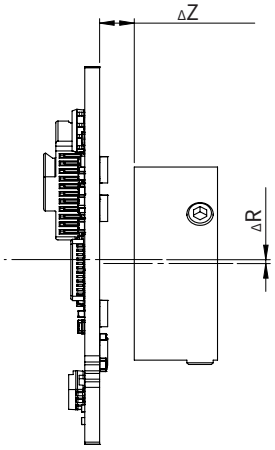
システムデータ		
読取りタイプ	軸方向の読取り	
分解能	14bit	
最高速度	12,000REV/MIN	
精度	±0.25°	
精度の温度ドリフト	±0.01°/°C	
繰り返し精度	±2 最下位ビット (カウント、単一方向)	
デジタルヒステリシス	±2 最下位ビット (カウント)	
位置更新速度	50kHz	
電気仕様		
供給電圧	4.5V～5.5V (コネクタ箇所の値)	
セットアップ時間	100ms (ワーストケース: 200ms)	
電流消費	平均 65mA (出力負荷なし)	
接続	Molex 501568-1107 またははんだパッド (スルーホール)	
出力負荷	PWM、SPI	3.3V で最大±5mA
	RS422	5V で最大±100mA
ESD に対する保護	人体モデル、最大±2kV	
機械仕様		
質量	リードヘッド: 5.3g	
	磁気アクチュエータ (内径): 6mm: 6.0g、8mm: 5.5g、10mm: 5.7g、12mm: 8.7g、15mm: 7.1g	
	磁石 (内径): 12mm: 3.8g、16mm: 6.4g	
磁石の材質	ニッケル-銅-ニッケル (Ni-Cu-Ni) 保護層のネオジム	
アクチュエータの材質	アノダイズ処理のアルミニウム	
環境仕様		
温度	動作時 0°C～+85°C 保管時 -40°C～105°C	D サブ 9 ピンコネクタ付きのケーブルには該当しません。
湿度	0～70% (結露なきこと)	
外部磁場	リードヘッド上部で最大±3mT (DC または AC)	

ステータスインジケータ LED

LED は信号強度とエラー状況を表示するもので、セットアップ時と診断時に使用します。

LED	ステータス
緑	正常動作: 位置データが有効。
オレンジ	警告: 位置データは有効ですが、分解能および/または精度が仕様外の可能性があります。 限界を超えている動作条件があります。
赤	エラー: 位置データが無効。
低速点滅	通信が確立されていません。
	直近の 200ms 以内に位置データがリクエストされませんでした。点灯色については、上記を参照してください。
消灯	電源供給なし。
高速赤点滅	起動時または動作中にシステムエラーが発生しました。
3 秒間高速点滅	自己キャリブレーション結果。文書 BRD04 または BRD05 を参照してください。

取付け手順



取付け公差

高い測定精度を確保するには、磁石とリードヘッドを正確に取り付けることが重要です。

	内径 12mm の磁石	内径 16mm の磁石
軸方向のずれ (ΔZ)(取付け高さ)	4mm、公差±1mm	5.5mm、公差±1mm
径方向のずれ (ΔR)	最大 0.3mm	最大 0.3mm

軸方向のずれ (ΔZ) の公称値は、シャフトが強磁性体ではない場合の値です (アルミニウム、銅、プラスチックなど)。強磁性体のシャフトの場合は、軸方向のずれの公称値をおよそ 20%～30% 大きくしてください。詳細については、レニショーオフィスまでお問い合わせください。

軸方向の位置調整 (取付け高さ)

取付け高さが適切かどうかは、公称取付け高さと同じ厚みの非磁性かつ非伝導性のツールにて機械的に確認できます。また、内蔵 LED の表示を、取付け時のおおまかな目安に使用できます。適切な取付け高さになると、LED が緑に点灯し、磁石が回転しても色が変化しなくなります。

外部磁場

磁気式エンコーダは、磁気アクチュエータの磁場変化を検出して位置を検出します。そのため、永久磁石、モータ、コイル、磁気ブレーキなどの外部磁場によって、エンコーダの動作が影響を受けることがあります。
軸方向に磁場の勾配がある場合は、Orbis の精度が低下します。

取付け後の自己キャリブレーション

自己キャリブレーション機能を実行することで、リングの偏心に起因する誤差 (エンコーダ精度に大きく影響する誤差) をゼロにできます。自己キャリブレーション機能では、1 回転につき 1 回の正弦波から誤差を取り除きます。本機能の実行は、使用する通信プロトコルを介してか、または適切な USB エンコーダアダプタを使って任意で行います。
詳細については、使用する通信プロトコルの解説を参照してください。マルチターンカウンタを使用中または回転速度が±300rev/min を超えている場合に自己キャリブレーションを行うと、位置情報が不正になる可能性がありますその場合、マルチターンエラーフラグが設定されます。

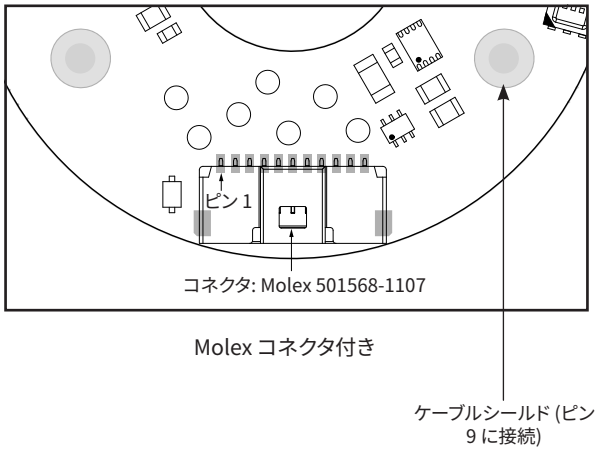
必要要件:

- 完全に 1 回転 (360°) する機械的な自由回転
- キャリブレーション角度全域での良好な信号強度
- 最大所要時間 10 秒
- 時計回り/反時計回りのどちらでも可
- 自己キャリブレーション中の最高速度 600rev/min
- 機能を実行できる適切な通信プロトコルまたはアダプタ
- 自己キャリブレーションは、エラーが存在しない状態 (LED 緑点灯) で開始する必要があります
- 通信プロトコルが SPI の場合は、自己キャリブレーションの状態を LED で目視確認できる必要があります

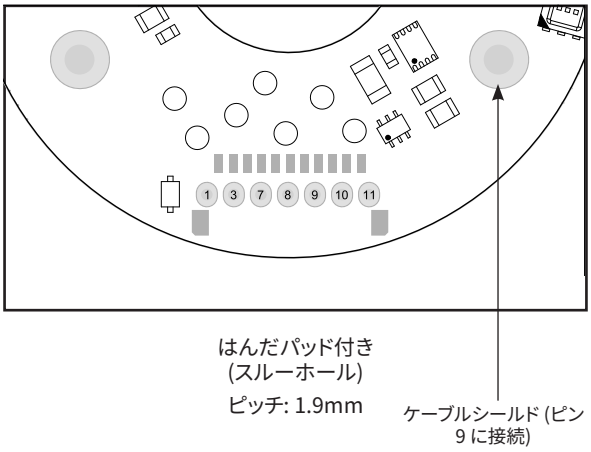
電気結線

ピン	ワイヤの色	BiSS-C	非同期シリアル	PWM	SSI	SPI
1	茶	供給電圧 5V				
2	-	-				
3	白	0V (GND)				
4	-	-				
5	ピンク	-				
6	グレー	-				
7	赤	MA+	RX コマンド入力+	Status	Clock+	SCK
8	青	MA–	RX コマンド入力-	-	Clock–	NCS
9	ケーブルシールド					
10	緑	SLO+	TX データ出力+	PWM Out	Data+	MISO
11	黄	SLO–	TX データ出力-	-	Data–	MOSI

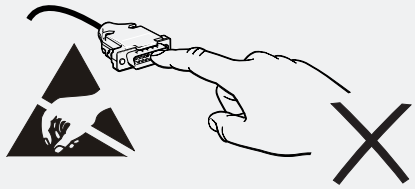
ピン配列



Molex コネクタ付き



はんだパッド付き
(スルーホール)
ピッチ: 1.9mm



警告!

ESD に対する保護
リードヘッドは ESD の影響を受けます。取扱いに注意してください。適切な ESD 保護を実施せずに、または ESD 非制御環境下で、電子回路、配線またはセンサー領域に触れないでください。

磁気アクチュエータの化学物質耐性

化学物質	テストに使用した製品	温度 (°C)	接着剤の接合
水	イオン除去済み	25	✗
海水	Instant Ocean® Sea Salt, 3.5%		✗
エタノール	工業用、≥95%		✓
アセトン	工業用、≥95%		✓
モータオイル	SAE 15W-40	85	✓
切削油	Rezilol SCM BCL		✓
ブレーキ液	DOT-4		✓
クーラント	Blasocut® 2000 CF, 5%		✗
グリース	ISOFLEX® Topas NB 52		✓

✓ 耐性あり
✗ 耐性なし

テストサンプルは、ISO 175:2010 に準拠して、25°Cまたは 85°Cの化学物質に 4 週間浸漬しました。
テスト中、サンプルに対して週に一度、軸方向負荷のモニタリングを実施しました。

マルチターンカウンタ

マルチターンカウンタ対応の通信プロトコルは、BiSS、非同期シリアル (UART)、SPI および SSI です。
マルチターンカウンタは、16 ページに記載しているパーツ No. の分解能の箇所で選択できます。マルチターンカウンタは 16bit です (0〜65535 カウント)。カウントはエンコーダの電源 ON 中にのみ行われます。電源 OFF 中はカウントが不揮発性メモリに保存され、電源 ON 時に復元されます。なお、電源 OFF 中に許容される最大回転角度は±90°です。エンコーダが±360°または複数周回転した場合、この動作は登録されません。またマルチターンエラーも設定されません。90°以上回転中に他のエラーがセットされた場合は、マルチターンカウンタの値が機械位置からずれる可能性があります。

マルチターンカウンタの制約

下記の場合には、カウンタの値が不正になる場合があります。

考えられる不具合の原因	対処方法
エンコーダが電源 OFF 状態で±360°または複数周回転した。	機械ブレーキを使用する。
90°以上回転中にエラーフラグが設定される (LED が赤点灯する)。	エラービットから判断する。
ブロッキング (不揮発性メモリにデータ保存、書込み保護、自己キャリブレーション) 中に、エンコーダが 300rev/min 以上の時に 90°以上回転した。	ブロッキングの実行前に回転を止める。
シングルターンポジションオフセットを 90°以上変更した。	原点オフセットの設定直後にマルチターンカウンタの値を新規設定する。
電源 OFF 時に不揮発性メモリへのデータ保存を実行していた (設定の保存、出荷時設定の再設定、書込み保護、自己キャリブレーション)。	これらの動作時に、安定して電源 ON しておく。

マルチターンエラーフラグ

下記のいずれかの状態になるとエラーフラグが設定されます。

- 電源 OFF 中に、90°超かつ 270°未満の動作が検出された
- ブロッキング中に 300rev/min を超える速度が検出された
- 予期しない大きな位置決め誤差が検出された (加速度エラー)

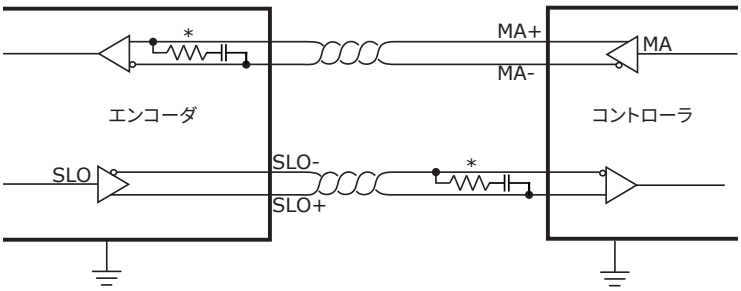
マルチターンエラービットは、エンコーダに新しいマルチターンカウンタの値を書き込むか、電源 OFF→ON でクリアできます。SSI プロトコルの場合は、電源 OFF→ON でエラービットをクリアする必要があります。

BiSS-C プロトコル

BiSS-C プロトコルは、14bit のバイナリコードで構成されるエンコーダの位置データと、エンコーダのステータス情報を含んでいます。
位置データは左揃えです。位置データの後には、2bit のステータスビット (アクティブロー) が続き、さらにその後に CRC (反転) が続きます。

BiSS は 1 対 1 の動作用のため、複数スレーブには対応していません。

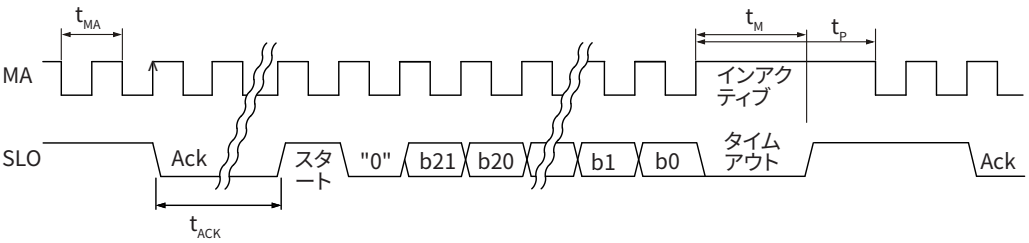
電気接続



ライン信号	
MA+	クロックの非反転信号
MA–	クロックの反転信号
SLO+	データの非反転信号
SLO–	データの反転信号

*MA 信号と SLO 信号は RS422 準拠の 5V 差動出力ペアです。MA 信号は、エンコーダ内部にて RC (100Ω, 1nF) で終端しています。

BiSS-C タイミングチャート (シングルターン)



MA はインアクティブハイです。最初の立ち下がりエッジで通信が始まります。
エンコーダは、MA の 2 番目の立ち上がりエッジで SLO をローに設定して応答します。
次の要求サイクルに対応する準備が完了すると、準備完了したことをエンコーダ が SLO をハイに設定してマスターに伝えます。
絶対位置と CRC データは、バイナリフォーマットの左揃えで、最上位ビットから送信します。

通信パラメータ

パラメータ	シンボル	最小	平均	最大
MA 周期	t_{MA}	200ns		10µs
MA 周波数	f_{MA}	100kHz		5MHz
ACK 長	t_{ACK}		5bit	
転送タイムアウト	t_M		13.5µs	
一時停止時間	t_P	20µs		

データパケットの構造

bit	b37～b22	b21～b8	b7～b6	b5～b0
データ長	16bit	14bit	2bit	6bit
内容	マルチターンカウンタ (パーツ No. で指定時)	エンコーダの位置	全般ステータス	CRC (反転)

エンコーダの位置	
b37～b22	マルチターンカウンタ (パーツ No. で指定時): 左揃え、最上位ビットから送信。
b21～b8	エンコーダの位置: 左揃え、最上位ビットから送信。
全般ステータス	
b7	エラー: ローの場合は、位置データが無効です。ビット b21～b8 はエラーステータスビットで置換されます。
b6	警告: ローの場合は、位置データは有効ですが作動条件が限界値に近づいています。
	エラーおよび警告ビットは同時に設定されることがあります。この場合は、エラービットが優先します。 全般ステータスビットの値は、リードヘッド LED の色で示されます。エンコーダがインアクティブ状態の場合は LED が点滅します (デューティサイクル 50%、周波数 2.5Hz)。コントローラから毎 200ms 以下の頻度でデータが要求される場合は、LED のデューティサイクルが 100% になります (常時点灯)。
CRC (反転)	
b5～b0	位置、エラー、警告データの CRC 計算のための多項式: x6+x1+1。0x43 として表すこともできます。数値は、算出した CRC との比較前に、反転する必要があります。

CRC の算出例については、アプリケーションノート CRCD01 を参照してください。www.rls.si/orbis からダウンロードできます。

エラーステータス	
b21～b16	予備
b15	警告: 取付け高さの公差の下限。エラー: 信号振幅が大きすぎます。リードヘッドと磁石が近すぎるか、大きすぎる外部磁場が発生しています。
b14	警告: 取付け高さの公差の上限です。エラー: 信号振幅が小さすぎます。リードヘッドとリング間の距離が広すぎます。
b13	警告: リードヘッド温度が仕様範囲外です。
b12	警告: 速度が速すぎます。
b11	エラー: マルチターンカウンタエラー
b10～b8	予備

BiSS プロトコルの詳細については、**biss-interface.com** を参照してください。

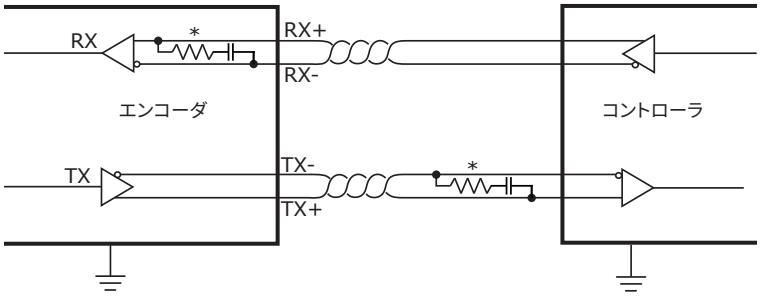
エンコーダのプログラミング

Orbis はレジスタアクセスに対応しているため、ポジションオフセットおよびマルチターンカウンタの設定、自己キャリブレーション機能の実行、エンコーダの設定、そして信号強度、温度、詳細ステータスビットおよび電子データシートの読出しができます。また、最大 4kB のデータをエンコーダに保存できます (モータパラメータ、アセンブリデータなど)。
詳細については、「アプリケーションノート: Orbis BiSS-C register access (文書 No. BRD05)」を参照してください。
www.rls.si/orbis からダウンロードできます。

非同期シリアル通信プロトコル

非同期シリアル通信プロトコルは UART と一般に呼ばれる汎用非同期送受信回路によりサポートされます。UART には単一方向通信チャンネルが 2 チャンネルあり、全二重双方向データリンクを形成します。各チャンネルは、RS422 信号規格に準拠した 2 線の差動ツイストペア接続から構成されています。

電気接続



ライン信号	
RX+	RX データ入力+
RX–	RX データ入力-
TX+	TX データ出力+
TX–	TX データ出力-

*RX 信号と TX 信号は、RS422 準拠の 5V 差動出力ペアです。RX 信号は、エンコーダ内部にて RC (100Ω, 1nF) で終端しています。

通信パラメータ

文字長	8bit
パリティ	なし
ストップビット	1
フロー制御	なし
ビット送信順序	最下位ビットから送信 (標準)

パーツ No. の通信プロトロルのタイプにより通信速度を設定します。

通信プロトコルのタイプ	A	B	C	D	E	F
ボーレート (kbps)	115.2	128	230.4	256	500	1000

コマンドセット

コマンド "1" (0x31): 位置要求	
応答	1 バイトの ASCII "1" 2 バイト (マルチターンカウンタ有効時は 4 バイト)(16 進数表記): 「エンコーダ位置データの構造」を参照してください
コマンド "3" (0x33): 簡易位置要求	
応答	2 バイト (マルチターンカウンタ有効時は 4 バイト)(16 進数表記): 「エンコーダ位置データの構造」を参照してください
コマンド "d" (0x64): 位置要求+詳細ステータス	
応答	1 バイトの ASCII "d" 2 バイト (マルチターンカウンタ有効時は 4 バイト)(16 進数表記): 「エンコーダ位置データの構造」を参照してください 1 バイト (16 進数表記): 「詳細ステータスデータの構造」を参照してください
コマンド "t" (0x74): 位置要求+温度	
応答	1 バイトの ASCII "t" 2 バイト (マルチターンカウンタ有効時は 4 バイト)(16 進数表記): 「エンコーダ位置データの構造」を参照してください 2 バイト (16 進数表記): 温度 (リードヘッドの摂氏温度に 10 をかけたもの) °C単位のセンサー温度 (符号付き二進数)。一般的に、周囲温度より 10〜15°C高い値になります。 読取り値の公差は±5°Cです。
コマンド "v" (0x76): シリアル番号	
応答	1 バイトの ASCII "v" 6 バイトの ASCII: シリアル番号

エンコーダ位置データの構造

エンコーダの位置		
	b31〜b16	マルチターンカウンタ (パーツ No. で指定時): 左揃え、最上位ビットから送信。
	b15〜b2	エンコーダの位置: 左揃え、最上位ビットから送信。
全般ステータス		
	b1	エラー: ローの場合は、位置データが無効です。最後の有効な位置が送信されます。
	b0	警告: ローの場合は、位置データは有効ですが作動条件が限界値に近づいています。
	エラーおよび警告ビットは同時に設定されることがあります。この場合は、エラービットが優先します。 全般ステータスビットの値は、リードヘッド LED の色で示されます。エンコーダがインアクティブ状態の場合は LED が点滅します (デューティサイクル 50%、周波数 2.5Hz)。コントローラから毎 200ms 以下の頻度でデータが要求される場合は、LED のデューティサイクルが 100% になります (常時点灯)。	
詳細ステータス		
	b7	警告: 取付け高さの公差の下限。エラー: 信号振幅が大きすぎます。リードヘッドと磁石が近すぎるか、大きすぎる外部磁場が発生しています。
	b6	警告: 取付け高さの公差の上限です。エラー: 信号振幅が小さすぎます。リードヘッドとリング間の距離が広すぎます。
	b5	警告: リードヘッド温度が仕様範囲外です。
	b4	警告: 速度が速すぎます。
	b3	エラー: マルチターンカウンタエラー
	b2〜b0	予備

エンコーダのプログラミング

本プロトコルでは、デフォルトボーレート、ポジションオフセット、マルチターンカウンタの変更、自己キャリブレーション機能の実行、および選択したデータパケットのフレームレート (変更可能) での自動送信ができます。
詳細については、アプリケーションノート「Programming encoders with Async serial interface」(BRD04) を参照してください。
www.rls.si/orbis からダウンロードできます。

PWM (パルス幅変調) プロトコル

PWM プロトコルは、PWM (パルス幅変調) 出力信号により絶対角度位置情報を送信します。
追加のデジタル Status 信号がエンコーダのエラー状況を表します。

電気接続
Status 信号と PWM Out 信号は 3.3V LVTTL と互換です。これらの信号は ESD に対する保護が弱くなっています。注意して取り扱ってください。
信号ラインに流れる最大電流は 5mA を超えないようにしてください。

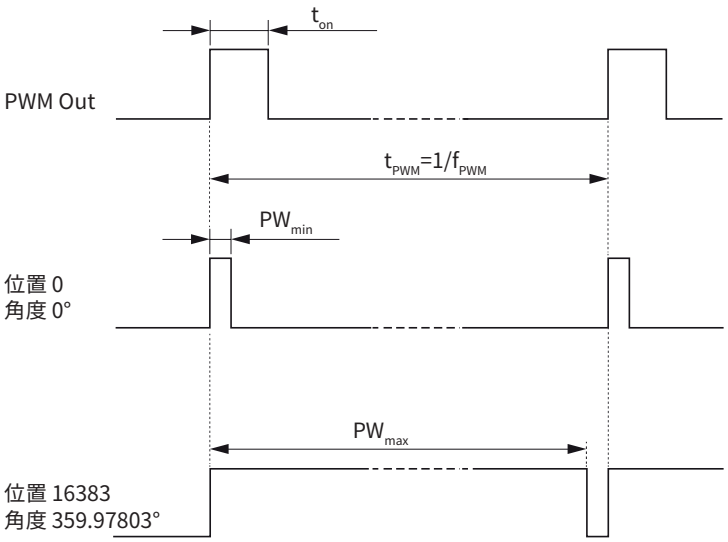
Status 信号
Status 信号はエンコーダの最新の状態を示します。エンコーダが正常に動作していて、位置情報が有効な場合にハイになります。Status 信号がローの場合は、下記の原因によりエンコーダがエラーになっている可能性があります。

- 取付け公差範囲外での動作
- センサーの不具合
- システムエラー
- 電源供給なし

Status 信号がローの場合は、PWM Out 信号もローになり、パルスが出力されません。
エンコーダの位置は、PWM Out 信号の立ち上がりエッジでラッチされます。PWM Out 信号の立ち上がりエッジでも、ステータス信号をチェックする必要があります。PWM 周期中に Status 信号が変化しても、送信中の位置情報には影響しません。

PWM Out 信号
PWM Out 信号は分解能 14bit のパルス幅変調出力で、そのデューティサイクルは測定された位置に比例します。
PW_{min} のパルス幅の変化は、1 カウント分の位置変化 (360°/65536=約 0.00549°の角度変化) に相当します。

PWM Out 信号のタイミングチャート



通信パラメータ
パーツ No. の通信プロトコルのタイプにより、PWM 周波数とその他の依存パラメータが定義されます。

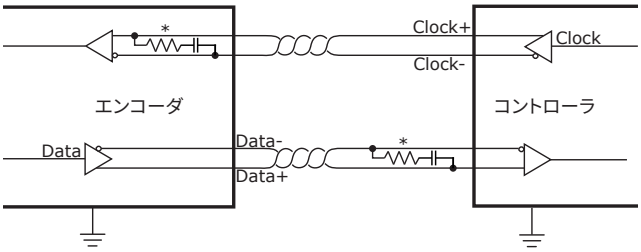
		通信プロトコルのタイプ				
パラメータ	**シンボル**	**A**	**D**	**E**	**単位**	**注**
PWM 周波数	f_{PWM}	122.07	549.32	1098.63	Hz	
信号周期	t_{PWM}	8192	1820.44	910.22	µs	
最小パルス幅	PW_{min}	0.5	0.111	0.0556	µs	位置 0 (角度 0°)
最大パルス幅	PW_{max}	8191.5	1820.33	910.17	µs	位置 16383
最小カウンタ周波数	f_{CNTR}	2	9	18	MHz	
分解能		14	14	14	bit	

位置 [カウント]= $\frac{(t_{on}-PW_{min})\times 16383}{PW_{max}-PW_{min}}$

SSI: 同期シリアルインターフェース

SSI プロトコルでは、14bit の自然バイナリコードで表されるエンコーダの位置とエンコーダのステータスを取得できます。位置データは左揃えです。位置データの後ろに、2bit の全般ステータスビット、次に詳細ステータスビットが続きます。

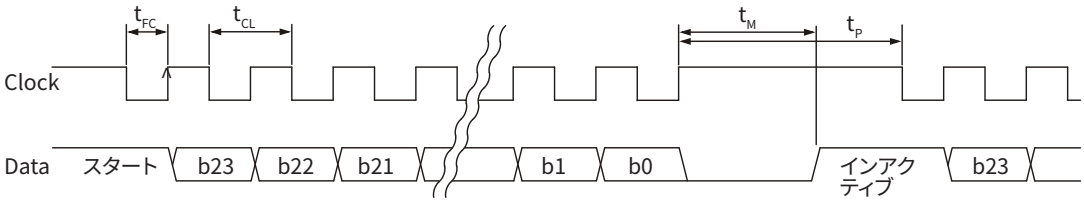
電気接続



ライン信号	
Clock+	クロックの非反転信号
Clock–	クロックの反転信号
Data+	データの非反転信号
Data–	データの反転信号

*Clock 信号と Data 信号は、RS422 準拠の 5V 差動出力ペアです。Clock 信号は、エンコーダ内部にて RC (100Ω, 1nF) で終端しています。

SSI タイミングチャート



コントローラが Clock 入力にパルストレインを送信して、エンコーダの位置とステータスデータをリクエストします。Clock 信号は、必ずハイから始まります。Clock 信号の最初の立ち下がりエッジで、最後の有効な位置データがラッチされ、Clock 信号の最初の立ち上がりエッジで、位置の最上位ビットから Data 信号として送信されます。その後、次の立ち下がりまたは立ち上がりエッジで Data 信号が読出されます。Clock 信号の以降の立ち上がりエッジで、以降のビットが送信されます。

最終ビットの送信後には、Data 信号がローになります。t_M 時間が経過すると、Data 信号が不定になります。次の読取りを行うには、Clock 信号が t_P 以上の時間ハイになっている必要があります。

データの読取り中は、Clock 信号の周期 t_{CL} の半分が常に t_M 未満である必要があります。しかし、t_M の時間にわたって Clock 信号をハイに設定することで、エンコーダの位置の読取りをいつでも終了できます。

通信パラメータ

パラメータ	シンボル	最小	平均	最大
クロック周期	t_{CL}	2µs (400ns *)		15µs
クロック周波数	f_{CL}	70kHz		500kHz (2.5MHz *)
初回クロックの遅延	t_{FC}	1.25µs		13µs
転送タイムアウト	t_M		14µs	
一時停止時間	t_P	20µs		

*コントローラの初回クロックの遅延機能を使用した場合。

データパケットの構造

bit	b39〜b24	b23〜b10	b9〜b8	b7〜b0
データ長	16bit	14bit	2bit	8bit
内容	マルチターンカウンタ (パーツ No. で選択時)	エンコーダの位置	全般ステータス	詳細ステータス

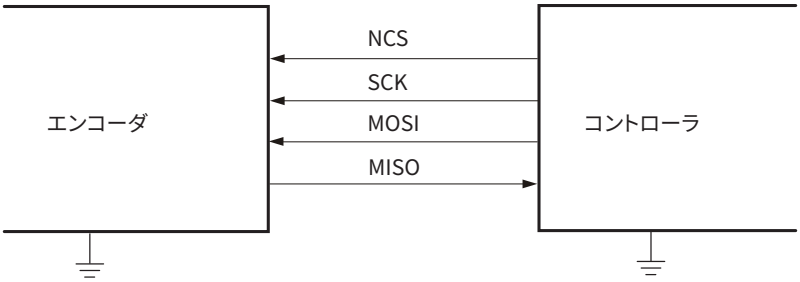
エンコーダの位置	
b39〜b24	マルチターンカウンタ (パーツ No. で指定時): 左揃え、最上位ビットから送信。
b23〜b10	エンコーダの位置: 左揃え、最上位ビットから送信。
全般ステータス	
b9	エラー: ハイの場合は、位置データが無効です。最後の有効な位置が送信されます。
b8	警告: ハイの場合は、位置データは有効ですが作動条件が限界値に近づいています。
エラーおよび警告ビットは同時に設定されることがあります。この場合は、エラービットが優先します。 全般ステータスビットの値は、リードヘッド LED の色で示されます。エンコーダがインアクティブ状態の場合は LED が点滅します (デューティサイクル 50%、周波数 2.5Hz)。コントローラから毎 200ms 以下の頻度でデータが要求される場合は、LED のデューティサイクルが 100% になります (常時点灯)。	
詳細ステータス	
b7	警告: 取付け高さの公差の下限。エラー: 信号振幅が大きすぎます。リードヘッドと磁石が近すぎるか、大きすぎる外部磁場が発生しています。
b6	警告: 取付け高さの公差の上限です。エラー: 信号振幅が小さすぎます。リードヘッドとリング間の距離が広すぎます。
b5	警告: リードヘッド温度が仕様範囲外です。
b4	警告: 速度が速すぎます。
b3	エラー: マルチターンカウンタエラー
b2〜b0	予備

SPI (シリアルペリフェラルインターフェース) (スレーブモード)

SPI バスは 4 線双方向同期シリアル通信プロトコルで、一般的に短距離通信に使用されます。SPI が作動する全二重モードでは、マスター (コントローラ) が NCS ラインでスレーブを選択、SCK ラインで Clock 信号を生成、MOSI ラインでコマンドを送信、MISO ラインでデータを受信します。

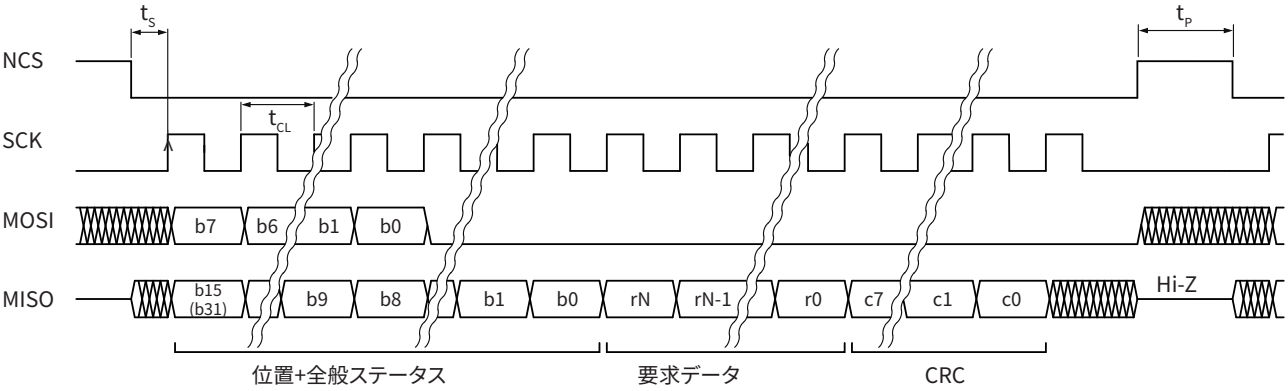
電気接続

データ信号はすべて 3.3V LVTTL です。入力の許容範囲は 5V です。信号ラインに流れる最大電流は 20mA を超えないようにしてください。各信号はシングルエンドで、通信はできるだけ短距離にしてください。特に高周波数の使用時は、注意してください。



信号	説明
NCS	アクティブロー。NCS ラインはマスターとスレーブの同期に使用されます。通信中は、ローとする必要があります。インアクティブ中はハイです。NCS がハイの場合、MISO ラインが high-Z モードになります。NCS 以外のすべてのラインを共有しながら、複数のスレーブをパラレル接続できます。
SCK	シリアルクロック。立ち上がりエッジでデータをシフトアウトします。
MOSI	マスター出力→スレーブ入力。コントローラからエンコーダへのコマンドです。
MISO	マスター入力←スレーブ出力。NCS がローになった後、SCK の立ち上がりエッジでデータが出力されます。NCS がハイの場合、MISO ラインが high-Z モードになります。

SPI タイミングチャート



コントローラが NCS 信号をローに設定して通信を開始します。同時に最後の有効な位置データがラッチされます。t_S の遅延は、クロック信号 SCK の立ち上がりエッジで MISO 出力にシフトするデータを、エンコーダ側が準備するために必要です。このコマンドは、SCK の立ち上がりエッジが 8 回連続した時点で受信します。16bit の位置および全般ステータス (アクティブロー) データは受信したコマンドに関係なく送信されます。以降の要求データ長と内容はこのコマンドに依存します。最後の 8bit には完全なデータパケットの CRC (反転) が含まれます。

通信パラメータ

パラメータ	シンボル	最小	最大
クロック周期	t_{CL}	250ns	
クロック周波数	f_{CL}		4MHz
NCS がローになってから最初の SCK 立ち上がりエッジまでの時間	t_S	2.5µs (分解能 14B のとき) 8µs (分解能 14M のとき)	
一時停止時間	t_P	20µs	
フレームレート			$(1/(t_s+(データ長/f_{CL})+t_p))$Hz

データパケットの構造

bit	b31～b16	b15～b2	b1～b0	rN～r0	c7～c0
データ長	16bit	14bit	2bit	可変	8bit
内容	マルチターンカウンタ (パーツ No. で指定時)	エンコーダの位置	全般ステータス	要求データ	CRC (反転)

エンコーダの位置: すべてのコマンド用		
	b31～b16	マルチターンカウンタ (パーツ No. で指定時): 左揃え、最上位ビットから送信。
	b15～b2	エンコーダの位置: 左揃え、最上位ビットから送信。
全般ステータス: すべてのコマンド用		
	b1	エラー: ローの場合は、位置データが無効です。最後の有効な位置が送信されます。
	b0	警告: ローの場合は、位置データは有効ですが作動条件が限界値に近づいています。
	エラーおよび警告ビットは同時に設定されることがあります。この場合はエラービットが優先します。 全般ステータスビットの値は、リードヘッド LED の色で示されます。エンコーダがインアクティブ状態の場合は LED が点滅します (デューティサイクル 50%、周波数 2.5Hz)。コントローラから毎 20ms 以下の頻度でデータが要求される場合は、LED のデューティサイクルが 100% になります (常時点灯)。	
要求データ: コマンド "v" (0x76)-シリアル番号要求		
	r47～r0	6 バイト (48bit) の ASCII シリアル番号。
要求データ: コマンド "t" (0x74)-温度要求		
	r15～r0	16bit、符号あり。数値はリードヘッドの摂氏温度に 10 をかけたものを示します。
要求データ: コマンド "d" (0x64)-詳細ステータス要求		
	r7	警告: 取付け高さの公差の下限。エラー: 信号振幅が大きすぎます。リードヘッドと磁石が近すぎるか、大きすぎる外部磁場が発生しています。
	r6	警告: 取付け高さの公差の上限です。エラー: 信号振幅が小さすぎます。リードヘッドとリング間の距離が広すぎます。
	r5	警告: リードヘッド温度が仕様範囲外です。
	r4	警告: 速度が速すぎます。
	r3	エラー: マルチターンカウンタエラー
	r2～r0	予備
CRC (反転)		
	c7～c0	送信データの CRC 計算のための多項式: x8+x7+x4+x2+x1+1。0x97 として表すこともできます。数値は、算出した CRC との比較前に、反転する必要があります。

CRC の算出例については、アプリケーションノート CRCD01 を参照してください。www.rls.si/orbis からダウンロードできます。

コマンドバイトが、上記のいずれのコマンドとも一致しない場合、位置データ、ステータスデータおよび CRC データ以外エンコーダから送信されません。これ以上のデータが不要な場合は、エンコーダの MOSI ラインを GND につなぐようにしてください。

エンコーダのプログラミング

位置オフセットの設定、マルチターンカウンタ値のプリセット、自己キャリブレーション機能の実行ができます。
詳細については、アプリケーションノート「Programming encoders with SPI interface」(BRD09) を参照してください。
www.rls.si/orbis からダウンロードできます。

リードヘッドのパーツ No.

BR10 SF A 14B 16 C D 00

特殊要件
00: 特殊要件なし (標準)

対応コネクタ
D: Molex 501568-1107
H: はんだパッドとスルーホール

動作温度範囲
C: 0°C～+85°C

磁石タイプの互換性
12: BM120A190A1ABx00 またはアクチュエータ BA060～BA100
16: BM160B240A1ABx00 またはアクチュエータ BA120～BA150

分解能
14B: 14bit/回転
14M: 14bit/回転+16bit マルチターンカウンタ
(通信プロトコルが **DC、SC、SF、SP** の場合のみ)

通信プロトコル
DC: BiSS-C、RS422
PW: パルス幅変調 (PWM)、LVTTL**
SC: 同期シリアル (SSI)、RS422
SF: 非同期シリアル、RS422
SP: SPI スレーブ、LVTTL

通信プロトコルのタイプ
使用する通信プロトコルに関連する表や説明を参照してください
DC 用: **D:** BiSS-C、ACK 5bit、双方向
PW 用: ベース周波数 (単位: Hz):

A	D	E
122.07	549.32	1098.63

SC 用: **B:** スタートビットとインアクティブデータ行 1
SF 用: リンク速度 (単位: kbps):

A	B	C	D	E	F
115.2	128	230.4	256	500	1000

SP 用: **C:** 標準、全二重

構成可能な組合せ

シリーズ	通信プロトコル	通信プロトコルのタイプ	分解能	磁石タイプの互換性	温度範囲	対応コネクタ	特殊要件
BR10	DC	D	14B	12、16	C	D、H	00
			14M				
	PW	A、D、E	14B				
	SC	B	14B				
			14M				
	SF	A、B、C、D、E、F	14B				
			14M				
	SP	C	14B				
			14M				

磁石のパーツ No.

BM 120 A 190 A 1 A B A 00

シリーズ
BM: Orbis 磁石

内径
120: 12mm
160: 16mm

厚さ
A: 3mm
B: 3.5mm

外径
190: 19mm
240: 24mm

材質
A: NdFeB

等級
1: 等級 1 のテスト済み磁石

表面仕上げ
A: NiCuNi

温度範囲
B: -40°C～+120°C

包装
A: 個包装
B: バルク包装

特殊要件
00: 特殊要件なし

構成可能な組合せ

シリーズ	内径	厚さ	外径	材質	等級	表面仕上げ	温度範囲	包装	特殊要件
BM	120	A	190	A	1	A	B	A、B	00
	160	B	240						

磁気アクチュエータのパーツ No.

BA 060 AB 01 A A 00

シリーズ
BA: Orbis 磁気アクチュエータ

シャフト直径
060: 6mm
080: 8mm
100: 10mm
120: 12mm
140: 14mm
150: 15mm

形状
AB: 固定具 3 個付属

磁石のタイプ
01: BM120A190A1ABA00
02: BM160B240A1ABA00

材質
A: アノダイズ処理のアルミニウム

包装
A: 個包装
B: バルク包装

特殊要件
00: 特殊要件なし

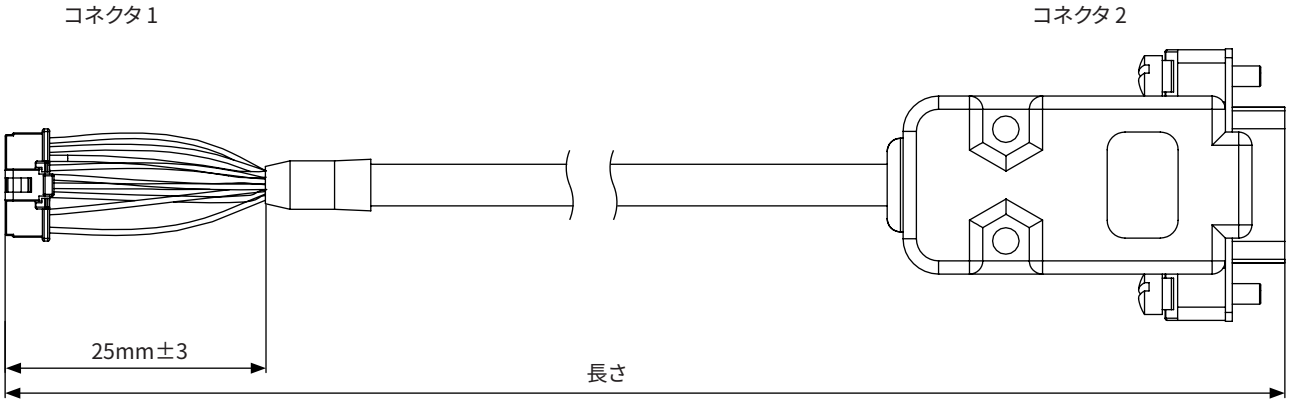
構成可能な組合せ

シリーズ	シャフト径	形状	磁石のタイプ	材質	包装	特殊要件
BA	060	AB	01	A	A、B	00
	080					
	100					
	120		02			
	140					
	150					

アクセサリ

圧着コネクタ付きケーブル

パーツ No.	長さ	コネクタ 1	コネクタ 2	注
ACC012	1.0m	Molex 501330-1100 および 501334-0000	フライングリード	シングルシールド
ACC024	3.0m			
ACC027	1.0m		D サブ 9 ピン (オス)	



コネクタ 1 のピン	コネクタ 2 のピン	ワイヤの色	BiSS-C	非同期シリアル	PWM	SSI	SPI
1	5	茶	供給電圧 5V				
2	-	-	-				
3	9	白	0V (GND)				
4	-	-	-				
5	8	ピンク	-				
6	4	グレー	-				
7	2	赤	MA+	RX コマンド入力+	Status	Clock+	SCK
8	3	青	MA–	RX コマンド入力-	-	Clock–	NCS
9	1	ケーブルシールド	ケーブルシールド				
10	6	緑	SLO+	TX データ出力+	PWM Out	Data+	MISO
11	7	黄	SLO–	TX データ出力-	-	Data–	MOSI

ケーブルの仕様

パーツ No.	ACC012、ACC024、ACC027
ケーブルの仕様	LI12YC12Y
構成	4×2×0.14mm²
シースの色	グレー (RAL7032)
定格電圧	250V
温度範囲	動作時: -30°C～+125°C 保管時: -40°C～+130°C D サブ 9 ピンコネクタ (オス) 付きのケーブルには該当しません。
環境準拠	RoHS 準拠 73/23/EWG ガイドライン CE 準拠 ハロゲンフリー
化学物質耐性	酸、塩基および一般的なオイルに対して大部分が耐性あり 塗料に損傷を与える物質やシリコーンには触れさせないこと

ACC027 は、E201-9S または E201-9B USB エンコーダインターフェースに直接接続可能です。

RLS はレニショー株式会社の関連会社です。

連絡先

レニショー株式会社

東京オフィス
〒160-0004
東京都新宿区四谷4-29-8
レニショービル
T 03-5366-5316
F 03-5366-5320

名古屋オフィス
〒456-0036
愛知県名古屋市熱田区熱田西町 1-21
レニショービル名古屋
T 052-211-8500
F 052-211-8516

www.rls.si

本文書は、英語版から翻訳して作成した資料です。

本製品は、本製品のデータシートに明示的に記載された環境制限および動作パラメータの範囲外での使用を想定して設計されたものではありません。製品は、医療、軍事、航空宇宙、自動車もしくは石油ガスにおける用途、または製品の欠陥が重大な環境もしくは物的損害、死亡事故もしくは人身事故につながるおそれがある、事故や安全に重大な関わりのある用途での使用を想定して設計されたものではありません。かかる用途で製品を使用する場合、販売者は書面によってかかる使用に合意する必要があり、かかる使用は、販売者が独自の裁量によって課した追加条件に準拠するものとします。かかる用途における製品の使用は、購入者が責任を負うものとし、購入者は、かかる使用によって生じたあらゆる責任、損失、損害または費用に関して販売者およびその関連会社を免責し、すべてを自らが補償することによって販売者を保護するものとします。本データシートに記載されている情報は、管理された実験環境で実施された製品試験から取得したものであり、かかるデータは記載されている公差および差異、または (記載がない場合は) 通常の取引慣行および試験方法に基づく公差および差異の影響を受けるものとします。1 個以上の動作パラメータが最大値である場合を含む、実験環境外の本製品の性能は、本製品のデータシートに準拠していない場合があります。本製品のデータシートに記載されている情報は、購入者もしくはその顧客が本製品を使用する可能性がある用途、最終用途または動作環境における、本製品の性能を反映していません。販売者およびその関連会社は、購入者の適用、使用、最終用途、プロセスもしくは他の製品との組み合わせに対する本製品の適合性、または購入者もしくはその顧客が本製品の使用に伴い生じる可能性がある結果について、いかなる推奨、保証または表明も行わないものとします。購入者は、自己の知識、判断、専門性および試験によって、購入者の用途、最終用途および/または動作環境に対する本製品の採用を決定するものとし、販売者もしくはその関連会社が何らかの目的で作成した口頭もしくは書面による声明、表明またはサンプルにかかる決定を委ねないものとします。販売者の販売条件に明示的に規定されている保証を除き、販売者は、商品性または特定の目的に対する適合性の保証を含む、本製品に関するいかなる明示的または黙示的保証も行わず、かかる保証を否認し、除外します。いかなる販売も、販売者の独占的な販売条件に準拠するものとします。販売者が (a) RLS merilna tehnika d.o.o. の場合は https://www.rls.si/customer-service にて、(b) その他の場合は別途お問い合わせください。いずれの場合も、販売条件は独占的なものであり、本データシートに参考資料として組み込まれています。その他のいかなる条件も適用されません。購入者は、本製品の環境制限および動作パラメータの範囲を拡大する、もしくは本データシートに明示的に記載された、もしくは販売者が書面によって合意した許容範囲外の使用を暗示する声明または表明を行う権限はありません。

RLS merilna tehnika d.o.o. では、本書作成にあたり細心の注意を払っておりますが、内容について保証または表明を行うものではありません。また、誤記等により発生するいかなる損害の責任を負うものではありません。 © 2020 RLS d.o.o.

A RENISHAW associate company