

HEIDENHAIN



組込み型
角度エンコーダ
スケールドラム・
スケールテープタイプ

目次



その他

- 工作機械用角度エンコーダ
- ロータリエンコーダ
- サーボモータ用エンコーダ
- オープンタイプリニアエンコーダ
- NC工作機械向けリニアエンコーダ
- ハイデンハインエンコーダのインターフェースについての資料もご用意しております。

製品の詳しい情報は、弊社までお問い合わせください。

このカタログの発行により、前版カタログとの差し替えをお願いいたします。
ハイデンハインへの注文は契約時の最新カタログをご覧ください。

ISO、IEC、ENなどの規格はカタログに明記されているものに限りです。

📖 関連資料:

各インターフェースおよび電気的仕様に関する詳しい説明が、
カタログ「ハイデンハインエンコーダのインターフェース」に記載されています。

概要		
ハイデンハインの角度エンコーダ		4
選択の手引き		6
技術的特徴と取付け情報		
測定の原理		12
走査方式		14
測定精度		16
信頼性		22
DDモータの角度エンコーダ		24
エンコーダ型式別取付け		25
一般情報		34
機能安全		36
仕様		
	シリーズもしくは型式	
光学走査方式組込み型角度エンコーダ スケールドラムタイプ	ECA 4400 シリーズ	40
	ERA 4000シリーズ	48
磁気走査方式組込み型角度エンコーダ スケールドラムタイプ	ECM 2400 シリーズ	58
	ERM 2000シリーズ	64
光学走査方式組込み型角度エンコーダ スケールテープタイプ	ERA 7000 シリーズ	76
	ERA 8000シリーズ	80
その他情報		
診断・検査機器		84

ハイデンハインの角度エンコーダ

角度エンコーダは、高分解能もしくはわずか数秒以下の精度での角度測定が必要なアプリケーションで使用されます。

例:

- 工作機械のロータリーテーブル
- 工作機械の旋回ヘッド
- 旋盤のC軸
- 歯車測定機械
- 印刷機械
- 分光計
- 天体望遠鏡

対照的に、ロータリーエンコーダは、測定精度をあまり求めない用途に使用されます。例えば、自動化機械、モータドライブなど数多くの用途に使用されます。



角度エンコーダには、機械的な構造の違いによって 次のような種類があります。

シールドタイプ角度エンコーダ

(中空シャフト、ステータカップリング内蔵)

ステータカップリングは、角加速度が加わっている間にベアリングの摩擦によるトルクのみ緩和するように設計されています。それゆえ、これらの角度エンコーダは優れたダイナミック特性を示します。ステータカップリングにより、システム精度にはシャフトカップリングの誤差を含んでいます。

角度エンコーダRCN、RONおよびRPNIは、ステータカップリングを内蔵し、一方、ECNでは、ステータカップリングを外付けしています。

その他、以下の長所があります。

- 省スペース取付けに適したコンパクト形状
- 最大100 mm径の中空シャフト
- 取付けが簡単
- 機能安全対応

絶対角度エンコーダRCN 8000



絶対角度エンコーダ ECA 4000

光学走査方式組込み型角度エンコーダ

組込み型角度エンコーダERP、ERO、ERA、およびECAIは、設置スペースが限られた高精度アプリケーションに適しています。その他に以下の長所があります。

- 大口径中空シャフトに対応(スケールテープにより最大径10 m)
- 最高20000 rpmの高速回転対応
- ロータリシャフトシールにより余分な始動トルクなし
- 部分角計測も対応可
- 機能安全はお問い合わせください

光学走査方式組込み型角度エンコーダは、ディスクタイプからテープタイプまで各種目盛本体を用意しています。

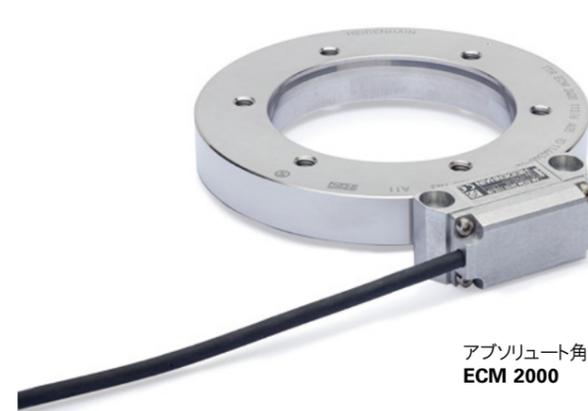
- ERP/ERO: ハブ付ガラスディスク
- ERA/ECA 4000: スチール製ドラム
- ERA 7000/8000: スチール製スケールテープ

これらの角度エンコーダにはハウジングがないため、取付け時に必要な保護等級を確保する必要があります。

磁気走査方式組込み型角度エンコーダ

頑強な構造により、組込み型角度エンコーダERMおよびECMIは生産機械のクーラントや汚れに非常に強くなっています。あまり高い精度を求めない、設置スペースが限られたアプリケーションに適しています。

- 大口径シャフト
- 最高60000 rpmの高速回転対応
- ロータリシャフトシールにより余分な始動トルクなし
- 優れた耐環境性
- 機能安全対応



絶対角度エンコーダ ECM 2000

選択の手引き

光学走査方式組込み型角度エンコーダ スケールドラムタイプ

シリーズ	主要寸法 (mm)	直径	目盛精度	機械的 許容回転数 ¹⁾	設計	信号周期/回転	インターフェース	原点	ページ
ECA 4400 ²⁾		D1: 70 mm ~ 512 mm: D2: 104.63 mm	±3.7" ~ ±2"	≦ 15000 rpm ³⁾ ~ ≧ 2750 rpm	芯出しカラー付 スチール製 スケールドラム	-	EnDat 2.2 ファンック 三菱 パナソニック 安川	-	40
ECA 4402		560.46 mm:	±3" ~ ±1.5"	≦ 15000 rpm ~ ≧ 2750 rpm	3箇所での芯出し調整を 行うスチール製スケール ドラム				
ERA 4x00		D1: 40 mm ~ 512 mm: D2: 76.5 mm	±5" ~ ±2"	≦ 20000 rpm ³⁾ ~ ≧ 2750 rpm	芯出しカラー付 スチール製 スケールドラム	3000 ~ 52000	~ 1 V _{PP} □ TTL	絶対番地化原点 もしくは1個	48
ERA 4202		560.46 mm:	±4" ~ ±1.7"	≦ 20000 rpm ~ ≧ 4750 rpm	3箇所での芯出し調整を 行うスチール製 スケールドラム	12000 ~ 52000	~ 1 V _{PP} □ TTL	絶対番地化原点 もしくは1個	52

¹⁾ 電氣的許容回転数の制限を受けることがあります

²⁾ 機能安全はお問い合わせください

³⁾ 機械的故障の除外ありの場合、制限されます

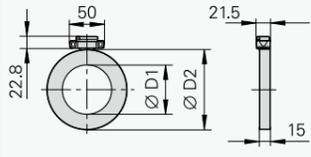
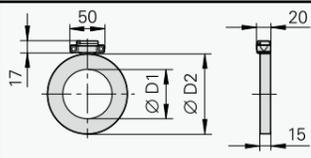
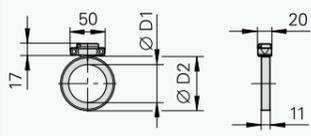


ECA 4000



ERA 4000

磁気走査方式組込み型角度エンコーダ スケールドラムタイプ

シリーズ	主要寸法 (mm)	直径	目盛精度	機械的 許容回転数	設計	信号周期/回転	インターフェース	ページ
ECM 2400		D1: 70 mm ~ 260 mm: D2: 113.16 mm ~ 326.9 mm:	±8" ~ ±3.5"	14 500 rpm ~ 4 500 rpm	ねじ留め	900 ~ 2600	EnDat 2.2 ファンック 三菱	58
ERM 2200		D1: 40 mm ~ 410 mm: D2: 64.37 mm ~ 452.64 mm:	±12" ~ ±2.5"	22 000 rpm ~ 3 000 rpm	ねじ留め	1024 ~ 7200	~ 1 V _{PP}	64
ERM 2203		D1: 40 mm ~ 295 mm: D2: 64.37 mm ~ 326.90 mm:	±8" ~ ±1.5"	22 000 rpm ~ 4 500 rpm		1024 ~ 5200		66
ERM 2400		D140 mm ~ 512 mm: D264.37 mm ~ 603.52 mm:	±13" ~ ±3"	22 000 rpm ~ 1 600 rpm		512 ~ 4800	□ TTL ~ 1 V _{PP} EnDat 2.2	68
ERM 2404		D1: 30 mm ~ 100 mm: D2: 45.26 mm ~ 128.75 mm:	±24" ~ ±9"	60 000 rpm ~ 20 000 rpm	スケールドラムの プレス嵌め	360 ~ 1024	~ 1 V _{PP}	70
ERM 2904		D1: 35 mm ~ 100 mm: D2: 54.43 mm ~ 120.96 mm:	±72" ~ ±33"	50 000 rpm ~ 16 000 rpm		180 ~ 400		70
ERM 2405		D1: 40 mm、 55 mm D2: 64.37 mm、 75.44 mm	±17" ~ ±14"	33 000 rpm 27 000 rpm		スケールドラムの プレス嵌め、キー溝に よる回転防止機構付		512、600



ECM 2400

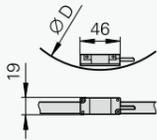
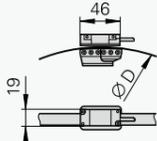
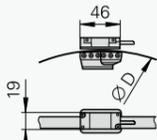


ERM 2203



ERM 2404

光学走査方式組込み型角度エンコーダ スケールテープタイプ

シリーズ	主要寸法 (mm)	直径	目盛精度	機械的 許容回転数 ¹⁾	設計	信号周期/回転	インターフェース	原点	ページ
ERA 7000		458.62 mm ～ 最大3000 mm (お問い合わせください)	±3.9” ～ ±0.7”	≤ 250 rpm ～ 約85 rpm	内周取付け用、 全円周または 部分角測定タイプ ²⁾	36000 ～ ≈ 230000	～ 1 V _{PP}	絶対番地化原点	76
ERA 8000		458.11 mm ～ 最大3000 mm (お問い合わせください)	±4.7” ～ ±0.9”	≤ 50 rpm ～ ≤ 15 rpm	外周取付け用、 全円周または 部分角測定タイプ ²⁾	36000 ～ ≈ 230000	～ 1 V _{PP}	絶対番地化原点	80
ERA 8900		≥ 3000 mm (お問い合わせください)	お問い合わせく ださい	お問い合わせく ださい	外周取付け用、 非常に広い動作許容 範囲、全円周または 部分角測定タイプ ²⁾	お問い合わせく ださい	～ 1 V _{PP}	絶対番地化原点	お問い合 わせくだ さい

¹⁾ 電氣的許容回転数の制限を受けることがあります

²⁾ 部分角測定タイプはお問い合わせください



ERA 7000



ERA 8000

測定の原理

目盛本体

ハイデンハインのエンコーダは、目盛格子という周期的構造で作られた目盛本体を組み込んでいます。目盛はガラスまたはスチール上に精密に形成されます。径の大きい円周を測定するエンコーダにはスチールテープが使用されます。

ハイデンハインは特別に開発された各種フォトリソグラフィ製法により精密目盛を製造しています。

- METALLUR:
金の表面に汚れに耐性を持った金属の目盛、標準目盛周期: 20 μm
- SUPRADUR:
汚れに対して特に強い平面構造の光学三次元位相格子目盛、標準目盛周期: 8 μmまたはそれ以下
- OPTODUR:
特に高い反射率を持つ平面構造の光学三次元位相格子目盛、標準目盛周期: 2 μmまたはそれ以下
- TITANID:
極めて頑強で高い反射率を持つ光学三次元位相格子目盛、標準目盛周期: 8 μm

これらの各製法は、精巧かつ均一に極めて微細な格子間隔を形成することができます。これらの格子は鮮明なエッジを形成しています。光電走査方式とともに、これらの特徴が高い品質の出力信号を得るために重要です。

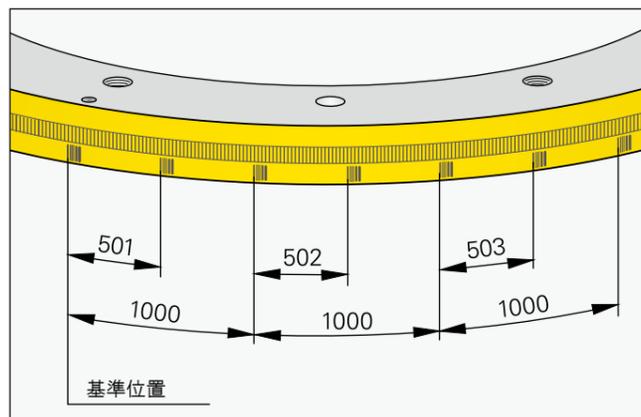
磁気エンコーダは磁性を持った合金の目盛を使用しています。磁化工程は、異なる方向を持つ強力な磁場を掛けて作成します。その結果、N極とS極を持った目盛構造が形成します(MAGNODUR工程)。磁気抵抗走査方式とともに、この技術により環境要因に左右されない耐環境性に優れた測定方式を実現しています。

アブソリュート測定方式

アブソリュート測定方式では、電源をONするとすぐにエンコーダからの位置情報を入手でき、また後続電子部によって随時呼び出すことが可能です。したがって原点復帰動作を行う必要がありません。そのアブソリュート位置値情報は、連続したアブソリュートコード構造として形成された目盛本体から読み出されます。位置値を得るために、別のインクリメンタルトラックを内挿します。



アブソリュート角度エンコーダの目盛



絶対番地化原点付スケールディスクの概念図
例: ERA 4480 (目盛本数: 20 000本)

インクリメンタル測定方式

インクリメンタル測定方式では、目盛は周期的な構造になっています。位置情報は、自由に選択した基点からの増加量(測定分解能)をカウントすることによって得られます。位置測定には絶対的な基準を必要とするため、目盛本体には原点を備えた補助トラックが設けられています。原点によって確立される絶対的な位置は、正確に測定分解能ひとつ分に同期するよう作られています。

このように絶対的な基準を確立するためには、原点を走査する必要があります。

場合によっては、360°近くまで回転させる必要があります。この作業をより簡単にするために、多くのエンコーダでは、絶対番地化原点を搭載しています。このエンコーダの原点トラックには間隔がそれぞれ異なる原点が複数個配置されています。隣接する2つの原点を通過、つまり数度の移動のみで、後続電子機器では絶対的な基準点を見つけることができます(表の“標準間隔N”を参照)。絶対番地化原点对応のエンコーダでは、型式の最後に“C”が付いています(例: TTR ERA 4200C)。

スケールドラム: TTR ERA 4000C

目盛間隔に応じた信号周期			原点の数	標準間隔 N
20 μm	40 μm	80 μm		
-	-	3000	6	120°
8 192	4 096	4 096	8	90°
-	-	5 000	10	72°
12 000	6 000	-	12	60°
-	-	7 000	14	51.429°
16 384	8 192	8 192	16	45°
20 000	10 000	10 000	20	36°
24 000	12 000	12 000	24	30°
-	-	13 000	26	27.692°
28 000	14 000	-	28	25.714°
32 768	16 384	-	32	22.5°
40 000	20 000	-	40	18°
48 000	24 000	-	48	15°
52 000	26 000	-	52	13.846°
-	38 000	-	76	9.474°
-	44 000	-	88	8.182°

スケールドラム: TTR ERM 2200C

信号周期数	原点の数	標準間隔 N
1024	16	45°
1200	24	30°
1440	30	24°
1800	36	20°
2048	32	22.5°
2400	40	18°
2800	50	14.4°
3392	32	22.50°
4096	64	11.25°
5200	52	13.85°
7200	90	8°

スケールテープ: MSB ERA 7480、ERA 8480 C

信号周期数	原点の数	標準間隔 N
36 000	72	10°
45 000	90	8°
90 000	180	4°

スケールドラム: TTR ERM 2400C

信号周期の数	原点の数	標準間隔 N
512	16	45°
600	20	36°
720	24	30°
900	30	24°
1024	32	22.5°
1200	30	24°
1400	40	18°
1696	32	22.5°
2048	32	22.5°
2600	52	13.85°
3600	60	12°
3850	70	10.3°
4800	80	9°

走査方式

ハイデンハインのエンコーダは異なる測定原理を採用していますが、どの測定原理でも、材質上に刻まれた微細目盛を検出して出力信号を生成します。走査方式の特性により対象アプリケーションのデータ収集に影響を受けるため、適切な方式を選択する必要があります。

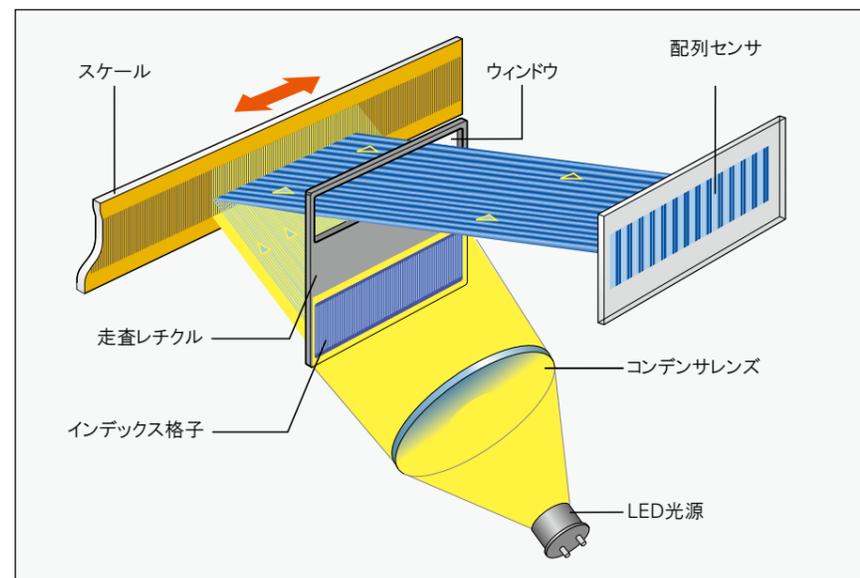
スケールドラムタイプおよびスケールテープタイプの組込み型角度エンコーダでは、2つの走査方式を使用しています。

- 光学走査方式: ECAおよびERA
- 磁気走査方式: ECMおよびERM

光学走査方式

投影走査方式は、発生した投影光を信号とする方式です。格子間隔の等しい2つの目盛格子(スケールと走査レチクル)を相対的に移動させて、走査レチクル側の目盛は、透明材質上に付けられますが、目盛本体側の目盛は透明材質(透過型)か、反射材質上(反射型)に付けられます。

平行な光が格子を通過すると、特定の間隔で明るい面と暗い面が投影されます。そこに同じ格子間隔を持つ相手格子(走査板側)が置かれています。2つの格子が互いに相対移動すると、入射光は変調します。目盛の無い部分が揃うと、光は通過しますが、一方の格子の目盛が他方の目盛の無い部分に一致すると光は通過しません。投影光を受ける複数の受光素子はこれら光の強さの変化を、電気信号(出力信号)に変換します。走査レチクルの格子は、出力信号が正弦波波形となるように作られています。格子構造の格子間隔が細かいほど、走査レチクルとスケール間の距離は狭くなり、公差も厳しくなります。実用的な取付け公差を考慮し、目盛間隔が10 μm以上のエンコーダで投影走査方式が用いられています。



投影走査方式とシングルフィールド走査による光電走査

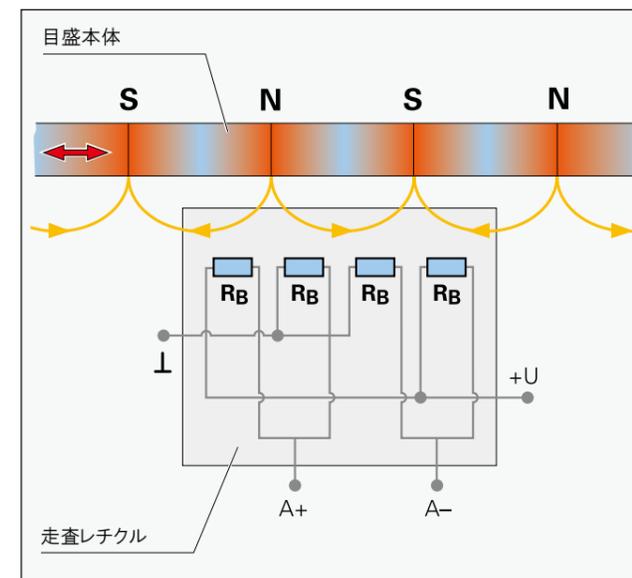
磁気走査方式

永久磁石を使用したMAGNODUR目盛は、磁気抵抗効果を利用しています。この目盛は磁場に応答して抵抗値が変化するトラックで構成されています。センサに電圧が印加された状態でドラムが走査ヘッドに対して回転すると、その磁場の変化に伴って電流がセンサにおいて発生します。

磁気抵抗素子は特別な設計および配置をしており、PCB基板の製造工程と同様の工程でガラス基板上に作成されることで、高い信号品質を維持しています。さらに、その大きなセンサエリアは信号の高調波成分を除去できます。その結果、1信号周期あたりの位置誤差を極めて小さく抑えることができます。

目盛間隔は約200 μm~1000 μmです。そのため、磁気抵抗走査方式のエンコーダは、あまり高い精度を要求しないアプリケーションに使用されます。

MAGNODUR目盛を搭載したエンコーダは耐環境性に優れており、高温で使用する場合に適しています。



磁気抵抗走査方式

測定精度

エンコーダ特有の誤差

角度測定の精度は、主に次の要素により決定されます。

- 格子目盛の品質
- 目盛本体の安定性
- 信号走査の品質
- 信号処理回路の品質
- ベアリングに対する目盛の偏心率
- ベアリングの誤差
- 測定側の軸との結合状態

これらは、エンコーダ特有の誤差およびアプリケーションに依存する問題に起因します。達成可能な**全体精度**を評価するために個々の要因全てを考慮しなければなりません。

エンコーダ特有の誤差

エンコーダ特有の誤差には以下が含まれます。

- 目盛精度
- 内挿精度
- ポジションノイズ

目盛精度

目盛精度は目盛の品質に起因します。これには以下が含まれます。

- 目盛の均質性とエッジ明瞭度
- 目盛本体上の目盛の配置
- スケールドラムを使用するエンコーダの場合: 目盛本体の安定性(取付けた状態での精度を保証)
- スチールテープを使用するエンコーダの場合: 取付け中の不規則なスケールテープの伸びによる誤差や、全周測定用途でのテープ接合部での誤差

目盛精度は**基準精度**で示されます。精度を確認するには、理想状態において量産品の走査ヘッドを使用し、位置誤差を測定します。測定点の間隔は信号周期の整数倍のため、内挿精度の影響は測定できません。

組込み型角度エンコーダでは、容易に区別できるようにするため、目盛精度を精度等級として記載されています。精度等級 *a* は任意の範囲内における基準精度の上限値を定義しています。

内挿精度

内挿精度は、極めて低い移動速度でも影響を与え、特に速度制御ループでの使用においては速度変動の要因となります。アプリケーションでは、内挿精度は表面品質などの加工品質に影響を及ぼします。

内挿精度は、主として次の要因によって決定されます。

- 信号周期の細かさ
- 目盛の均質性とエッジ明瞭度
- スキャニングフィルタの品質
- センサの特性
- 信号処理回路の品質

これらの要因を1信号周期内の内挿精度を明記する際に考慮する必要があります。

内挿精度は最大値 *u* で示されます。具体的な数値については、技術仕様を参照してください。

ポジションノイズ

ポジションノイズは予想位置からの小さなランダムなずれを引き起こします。ポジションノイズは信号処理にも依存します。通常、ポジションノイズは信号周期の1%以下です。

磁気走査方式の静ヒステリシス

回転方向が変わるとヒステリシスの影響を受けます。このヒステリシスは信号周期の大きさと取付け状態により変化します。そのため、当社はこの一定値を測定して補正することを推奨します。ERM 2203シリーズにはヒステリシスがありません。

アプリケーションに依存する誤差

ベアリングを内蔵しないエンコーダでは、エンコーダ特有の誤差に加えて、走査ヘッドの取付けおよび調整が測定精度にかなり影響します。特に目盛本体の回転偏心やシャフトのランアウトが特に重要な項目となります。全ての精度を評価するためには、アプリケーションに依存する誤差の値を個別に測定かつ計算しなければなりません。

一方、ベアリング内蔵のエンコーダで明記されているシステム精度には、すでにベアリングとシャフトカップリングの誤差が含まれています(カタログベアリング内蔵角度エンコーダを参照してください)。

スケールドラムのベアリングに対する偏心誤差

ハブ付ディスク、スケールドラム、もしくはスケールテープの取付け中、目盛とベアリングの間には取付けに起因する誤差が生じます。さらに機械側回転軸の寸法および形状からくる誤差により偏心も加算されることがあります。偏心量 *e*、目盛直径 *D*、そして測定誤差 $\Delta\phi$ には次のような関係があります(左下図を参照してください)。

$$\Delta\phi = \pm 412 \cdot \frac{e}{D}$$

$\Delta\phi$ = 測定誤差(″、角度秒)
e = 回転中心に対するスケールドラムの偏心度(μm 、半径方向の振れの半分)
D = 平均目盛直径(mm)
M = 格子目盛の中心
 ϕ = “真”の角度
 ϕ' = 測定された角度

計算例:

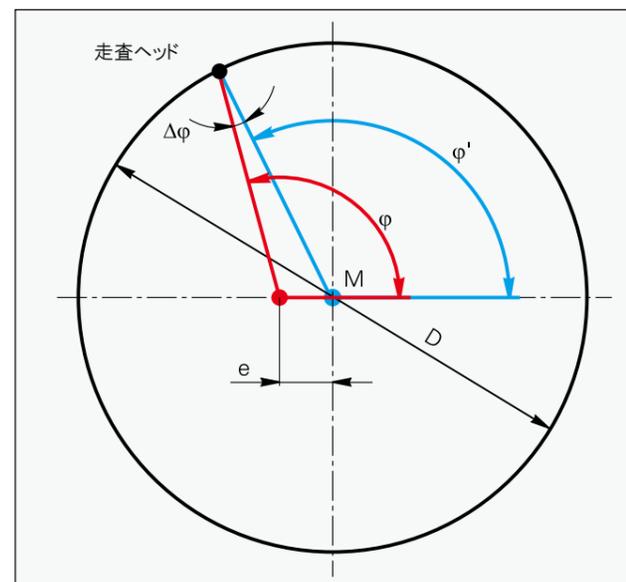
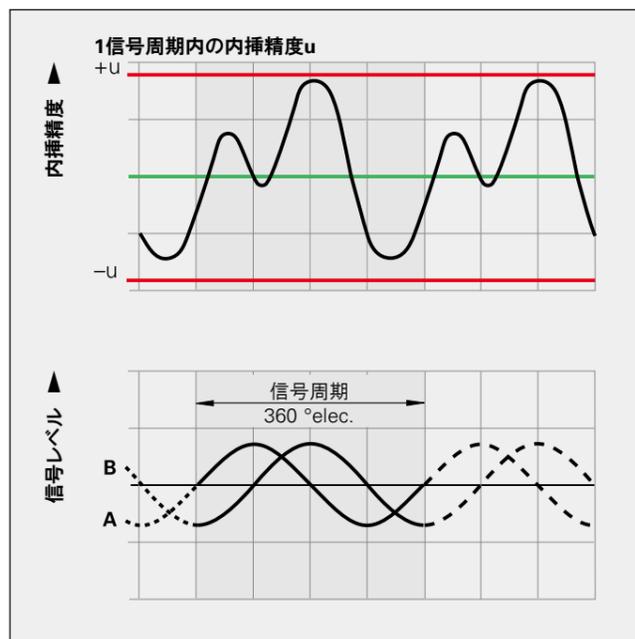
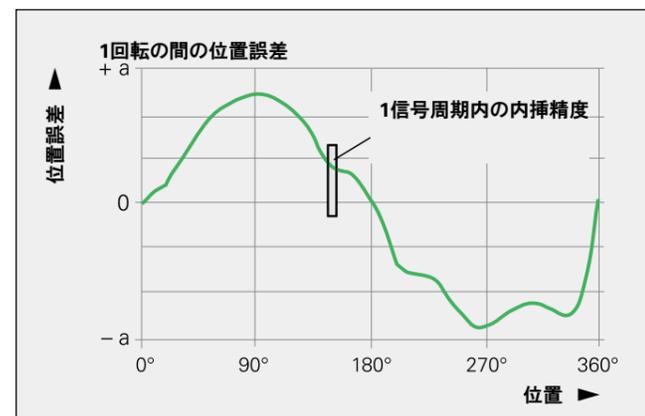
角度エンコーダ ECA 4000
 ドラム外径: 208.89 mm
 スケールドラムの半径方向振れ: 2 μm
 (\triangleq 偏心度 1 μm)

$$\Delta\phi = \pm 412 \cdot \frac{1}{208.89} \approx \pm 2.0''$$

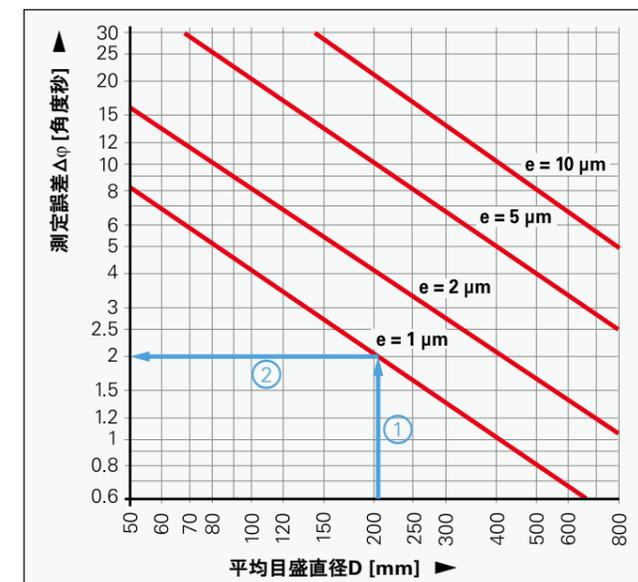
または、右下図を参照してください。

平均目盛直径 *D*:

ERA 4000 ECA 4000 ERM 2000 ECM 2000	$D \triangleq$ ドラム外径
ERA 7000 ERA 8000	$D \triangleq$ スケールテープ装着面の直径



ベアリングに対する目盛の偏心率



目盛径 *D* と偏心量 *e* の関数による測定誤差 $\Delta\phi$ (グラフの読み取り例付き)

ベアリングの半径方向への振れによる誤差
測定誤差 $\Delta\varphi$ を表す関係式は、 e にベアリング自身の偏心成分、すなわち半径方向の振れの半分(表示の半分)を代入すると、ベアリングの半径方向への振れにも当てはまります。ベアリングに半径方向への荷重がかかることも同種の誤差の原因となります。

取付けから生じる目盛の変形

断面積、基準面、取付け面に対するねじ穴や目盛の位置といったスケールドラムの特性は、エンコーダの精度が取付け時や動作中に受ける影響を最小限にするべく設計されています。

スケールテープ取付け面の形状と直径の誤差 (ERA 7000とERA 8000の場合)

スケールテープ取付け面の形状誤差によりシステム精度が損なわれる可能性があります。

部分角測定用エンコーダでは、スケールテープ取付け面の呼び径が正確に保たれない場合、さらに角度誤差 $\Delta\varphi$ が生じます。

$$\Delta\varphi = (1 - D'/D) \cdot \varphi \cdot 3600$$

ここで

$\Delta\varphi$ = 部分角誤差(角度秒)

φ = 部分角(度)

D = スケールテープの理想の径

D' = スケールテープの実際の径

スケールテープの実際の径 D' にとって有効な 360° あたりの信号周期 z' を制御装置に入力することができれば、この誤差をなくすることができます。下記の関係式が成り立ちます。

$$z' = z \cdot D'/D$$

ここで

z = 360° ごとの理想の信号周期

z' = 360° ごとの実際の信号周期

部分角測定用エンコーダにおいて実際に横断した角度は、ベアリング内蔵の角度エンコーダのようなコンパレータエンコーダを使用して測定してください。

精度表

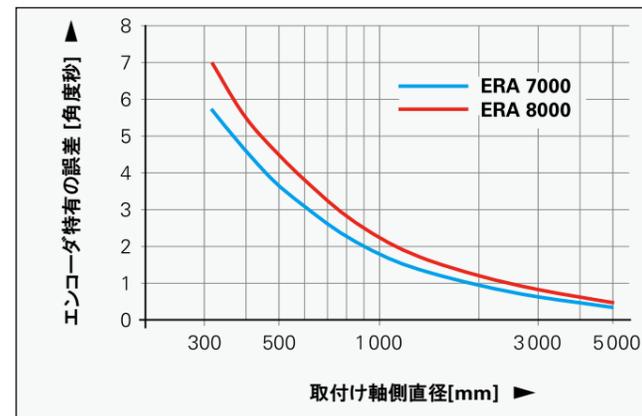
ハイデンハインの組込み型角度エンコーダはすべて、出荷前に精度と機能の検査が行われます。ECA 4000、ERA 4000、ECM 2400およびERM 2203はスケールドラムに製造者発行検査証明書を同梱しています。

製造者発行検査証明書に各スケールドラムの目盛精度が記載されています。検査証明書は各測定パラメータや校正時の不確定性も記載されます。検定標準は、公認の(ドイツ)国内規格または国際規格に合致するトレーサビリティ(ISO 9001に準拠)が確保されていることを保証するものです。

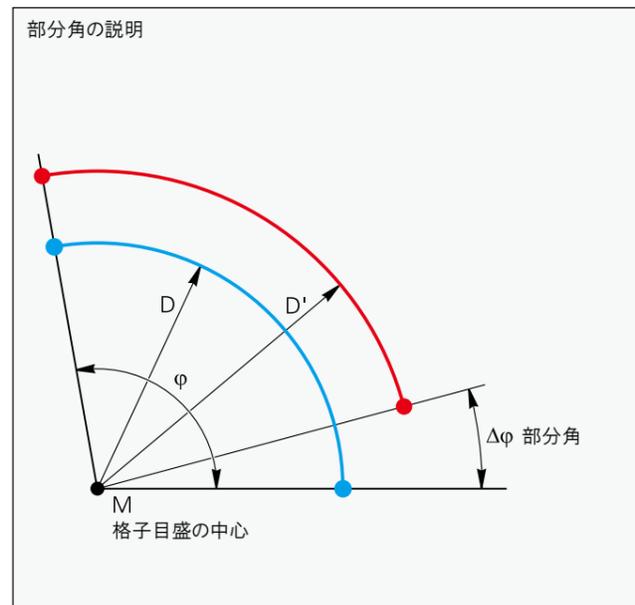
エンコーダを1回転させて目盛精度を判定し、測定曲線と最大誤差の値を結果として記載しています。取付けに起因する誤差や、走査ヘッドの特性である1信号周期内の内挿精度は含まれていません。

温度範囲

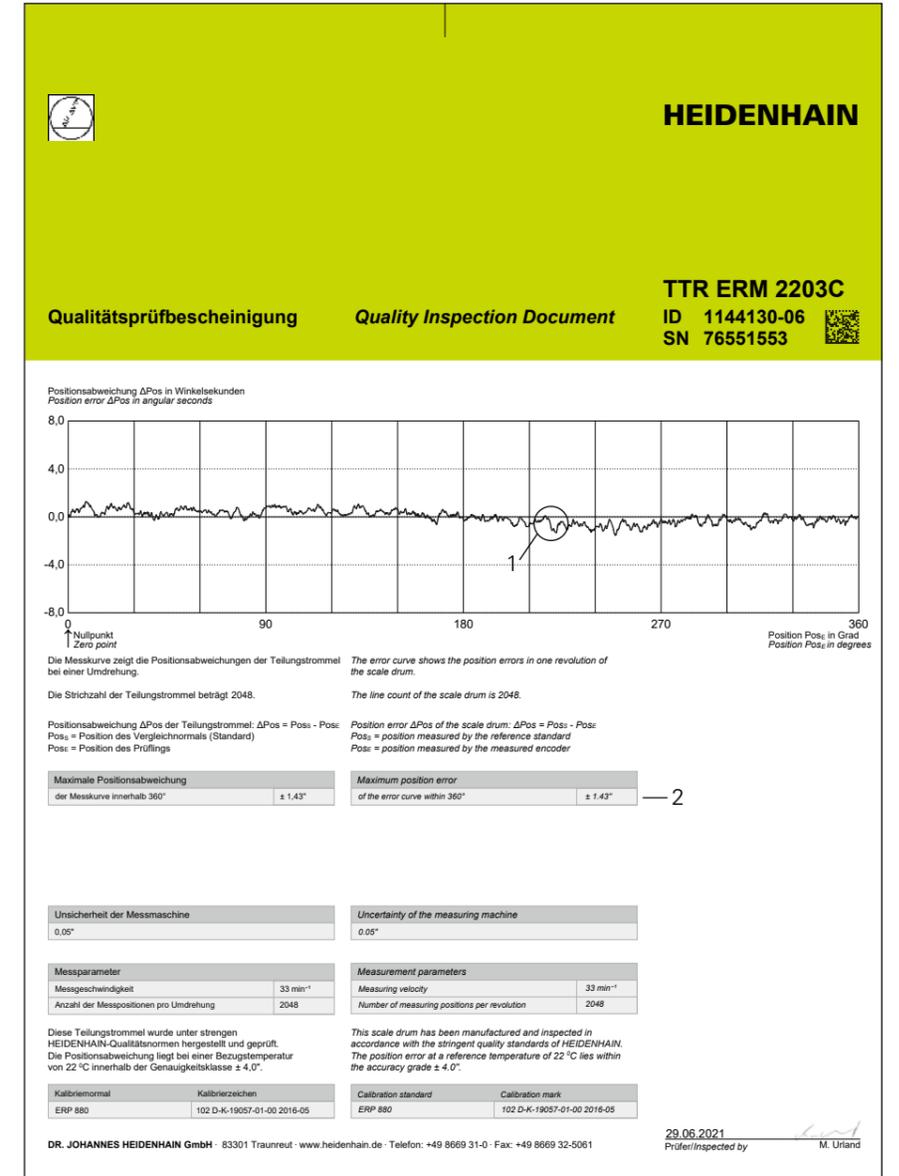
角度エンコーダは 22°C の基準温度で検査されます。精度表に記載されているシステム精度はこの温度でのものです。



ERA 7000およびERA 8000におけるエンコーダ特有の誤差



スケールテープ直径の変化による角度誤差



精度検定表の例: スケールドラムERM 2203C

- 1 目盛精度のグラフ表示
- 2 検定結果

補正の方法

補正を行う理由

組込み型角度エンコーダでは、理想的な取付けを想定してエンコーダ特有の誤差を記載しています。しかし、実際のアプリケーションで回転軸が実現できる全体の精度は、スケールドラムや走査ヘッドの取付け誤差や異なる負荷が加わったベアリングのガイド精度の影響を受けます。ハイデンハインの組込み型角度エンコーダの全体の精度が非常に高いなか、これら外部要因が誤差のほとんどを占めています。それゆえ、回転軸の要求仕様を満たすために精度補正を行う必要のある場合があります。

これには2つの方法があります。

動的補正:

この方法により動作中の全体の角度誤差の特定の誤差成分を連続的、かつ動的に補正を行うことが可能です。特に誤差原因が時間変動する場合や、負荷が変動する場合に最適です。

静的補正:

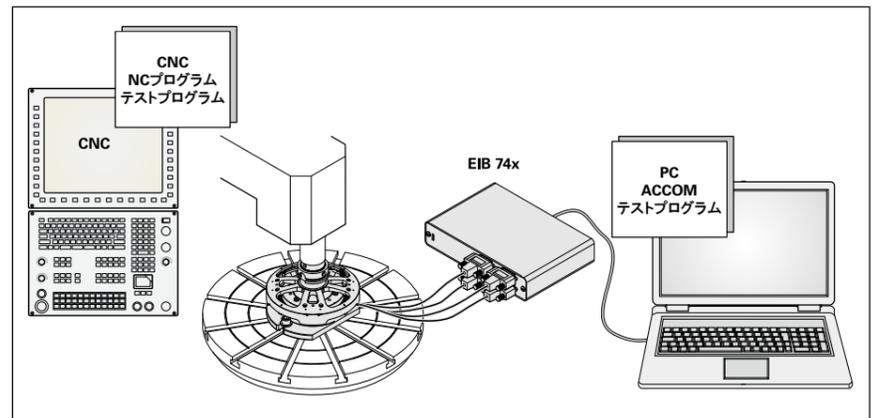
この方法により特定の時点や動作状態で角度誤差を補正することが可能です。特に誤差が一定している場合に最適です。

動的補正

装置	補正可能な角度誤差の原因
2個の走査ヘッド	取付け時のセンタリング誤差
	ベアリングの誤差による半径方向への振れによる誤差
	負荷に左右されるベアリングの半径方向への振れによる誤差
3個以上の走査ヘッド	その他に目盛誤差の補正にも対応
	スケールテープタイプの場合、その他にスケールテープ溝の振れによる誤差にも対応

静的補正

装置	補正可能な角度誤差の原因
コンパレータシステム (ISO 230-2)もしくは仮想基準	取付け時のセンタリング誤差
コンパレータシステム (ISO 230-2)	エンコーダの目盛誤差 → スケールテープタイプに推奨



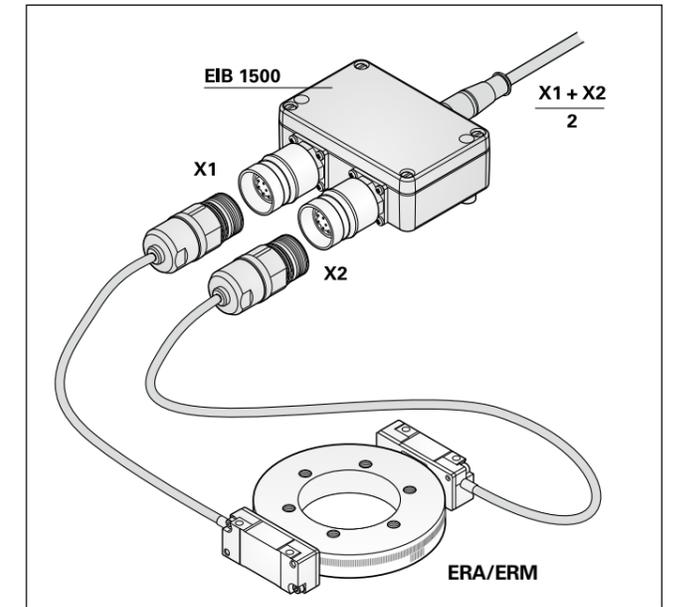
コンパレータシステム (例えばRVM 4000)による補正

動的補正に必要な条件:

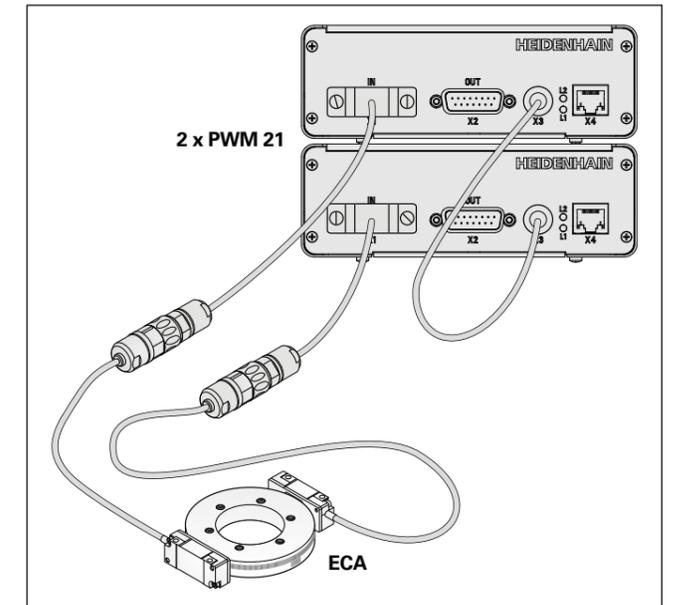
- 互いに向かい合わせに取付けられた2個の走査ヘッド
- リアルタイムで2個の走査ヘッドの位置を計算が可能であること。インクリメンタルエンコーダERAとERM用としてEIB 15xxを用意しています。エンコーダECAとECMIによる位置計算用として、各制御装置メーカーが制御装置ソフトウェアにソリューションを搭載しています。
- 望遠鏡に使用されるような非常に径の大きなスケールテープタイプでは、4個以上の走査ヘッドがよく使用されています。この場合、使用例や走査ヘッドの構成に応じて個別に位置計算を行います。

静的補正には比較用の適切な基準が必要です。一般的に2つの方法があります:

- 精度と再現性が向上した、校正済みエンコーダ(例えば、RVM 4000)を使用し、ISO 230-2に準拠した回転軸の校正を実施。補正値を計算後、制御装置に保存。
- ハイデンハイン製の走査ヘッドを追加し、適切な診断装置(例えばPWM 21)やソフトウェアを用いて、校正するエンコーダをもとにした仮想基準を使用し、補正値を走査ヘッドに保存することができます。この方法は一部のハイデンハイン製エンコーダでのみ利用できます。例えば、組み立てが完了した機械ではなく、部品レベルで補正を行なう場合にこれは有効です。



位置計算による補正 (例えばEIB 1500を使用)



PWM 21を使用した仮想基準による補正

信頼性

ハイデンハインの組込み型角度エンコーダは、位置決め精度や高速制御が求められる用途に対して、幅広く採用されています。ハウジングで保護された構造ではありませんが、耐環境性に優れ、長期間の安定性があります。取付けも素早く簡単にできます。

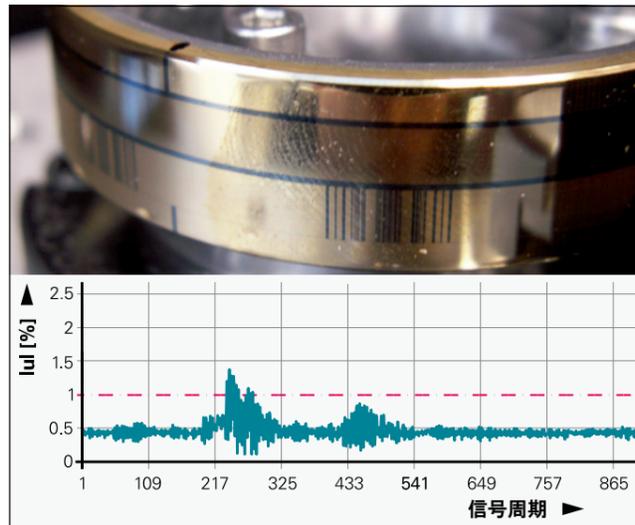
耐環境性

高品質の目盛格子と光電走査方式を用いたエンコーダは、高精度と信頼性を保証します。ハイデンハインの光学式エンコーダは**シングルフィールド走査方式**を採用し、ひとつの走査フィールドのみを使用して走査信号を生成できます。目盛本体表面に付着した汚れ(指紋やオイルなど)は信号の光量と走査信号の品質の両方に影響します。この汚れにより信号振幅は変化しますが、オフセットや位相差においては変化しません。そのため、1信号周期内の内挿精度も小さく、高い分割倍率を使用できます。

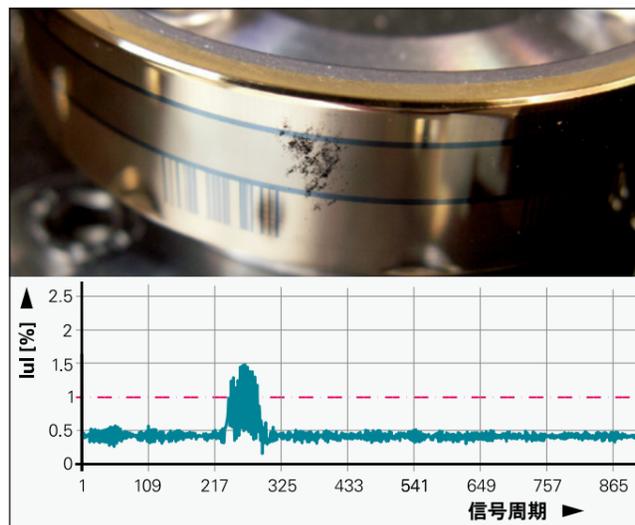
また、**広い走査フィールド**とすることで、汚れに対し、より安定した出力信号を得ることができます。汚れにより異なりますが、これによりエンコーダの読取りエラー発生を防ぎます。プリンター、PCBダスト、直径3 mmまでの水滴や油滴による汚れがある場合でさえも、質の高い信号を出力します。その際の1回転あたりの内挿精度はシステム精度の値と比較しても、非常に小さい値となっています。

右図ではエンコーダERA 4000の耐環境性試験結果を示しています。1信号周期内の最大内挿精度| u |で表しています。汚れが大きいかもかわらず、仕様値の $\pm 1\%$ をわずかに超える程度に抑えられています。

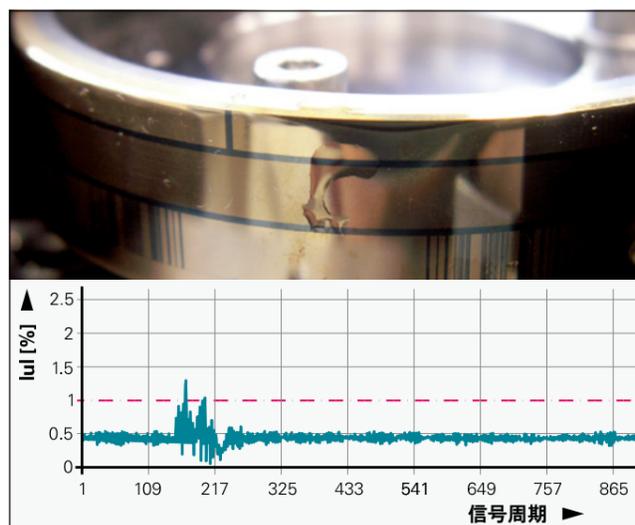
ハイデンハインの磁気式エンコーダは、汚れに関する試験において優れた耐環境性を示しています。汚れに継続的にさらされる環境でも、測定信号は影響を受けません。しかし、金属チップは走査ヘッドのカバーを損傷させる可能性があるため、クーラントに混入しないようにしなければなりません。



汚れによる影響(指紋)



汚れによる影響(プリンター)



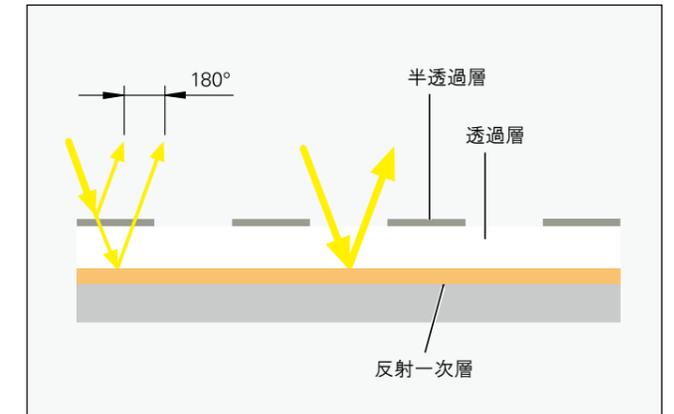
汚れによる影響(水滴)

硬質な格子構造

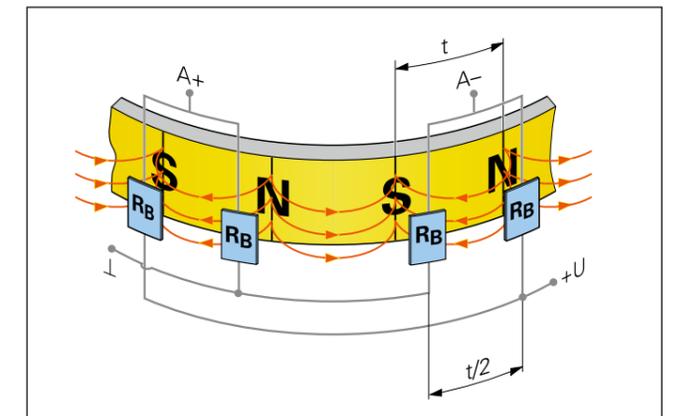
ハウジングで保護された構造ではないため、光学走査方式組込み型角度エンコーダの目盛本体は、時に厳しい環境にさらされます。そのため、ハイデンハインは特殊な製法で硬質な格子を作成しています。

METALLUR製法では、反射層は、薄いガラス層で覆われています。その上には半透過で吸収体として機能する数ナノメートルの厚さのクロムの目盛の層が形成されます。METALLUR製法で製作された目盛は、特に汚れに対して優れた効力を発揮します。形成された格子の段差が低く、特に塵、埃、水分などの粒子が蓄積する面がないためです。

MAGNODUR工程では、外周上にN極とS極が交互に形成されます。表面ではなく内部に目盛があるため、スケールドラムの汚れは信号に影響を与えません。スケールドラムは、(工具を介した場合など)直接磁場に接触した場合にのみ損傷を受けます。



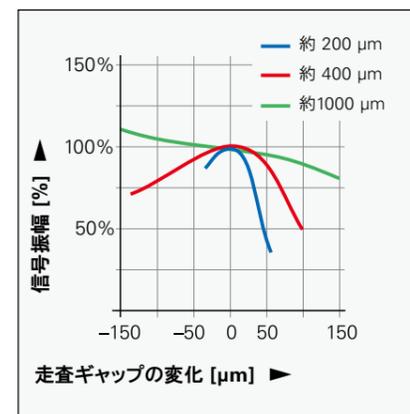
METALLUR目盛格子の構造



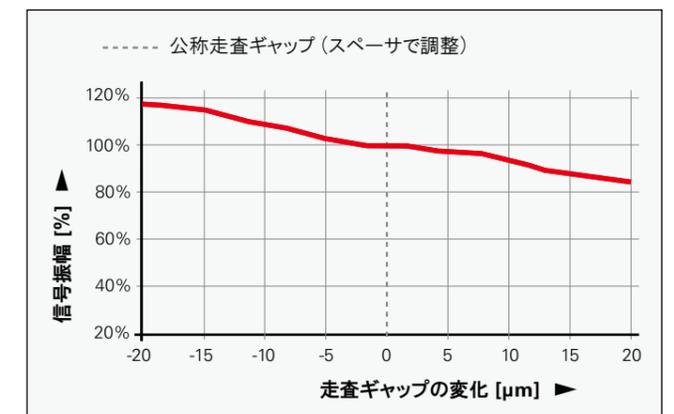
磁気抵抗走査方式

大きな取付け公差

ハイデンハインの組込み型角度エンコーダの取付け公差は、出力信号にほとんど影響を及ぼしません。特に、走査ヘッドと目盛間の走査ギャップが変化しても、信号振幅が変動することはほとんどなく、1信号周期内の内挿精度に与える影響もわずかなものです。このような安定した信号品質により、実質的にハイデンハイン角度エンコーダの高い信頼性を維持しています。



ECM/ERM 2000の信号振幅と走査ギャップの相関関係(取付けクリアランス)



走査ギャップの信号振幅への影響(例、ERA 4000)

DDモータの角度エンコーダ

DDモータは、例えば動的性能を向上し効率を高めることができるため、回転軸での需要が高まっています。

DDモータ搭載軸の性能で特に重要なのが、エンコーダの選定です。

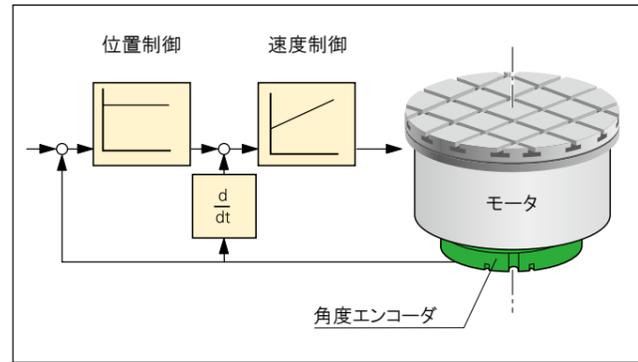
位置決め用エンコーダがDDモータの位置と速度を測定します。したがって機械での使い方にもとづいて角度エンコーダの選定を行う必要があります。

特にシャフト回転数が小さい場合では、速度安定性への要求が高まるほど、以下の項目がより重要になります。

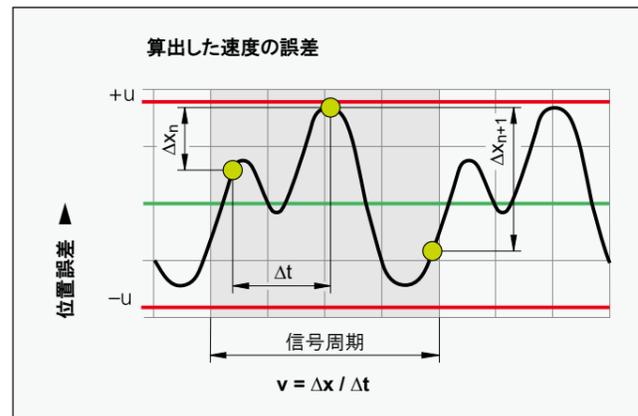
- エンコーダの信号品質、1信号周期内の位置誤差をできるだけ小さくする
- 信号周期の数(インクリメンタルエンコーダ)および分解能(アブソリュートエンコーダ)

エンコーダの信号品質や分解能/信号周期の数の制限が、以下の原因となり得ます。

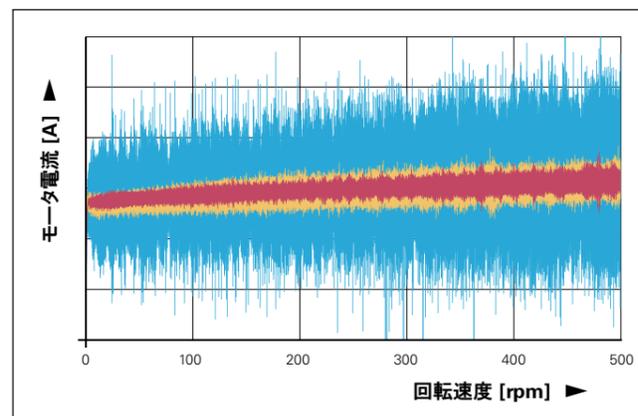
- モータ電流のノイズが増加することにより電力消費やモータの発熱量が増大
- 動力伝達機構の高周波ノイズ
- 位置制御ループおよび速度制御ループ内におけるゲイン低減により、動的性能が低下



角度エンコーダからの位置フィードバックは、位置制御および速度制御の入力として使用される



速度 v は、時間間隔 Δt の間に移動した距離 Δx から計算できます ($v = \Delta x / \Delta t$)。1信号周期内の位置誤差が原因で定速運動でも速度計算値が変動します。
($\Delta x_n / \Delta t \neq \Delta x_{n+1} / \Delta t$)



DDモータ駆動のロータリーテーブルにおいて、光学走査式エンコーダ使用時の電流ノイズと他の走査方式のエンコーダ使用時の電流ノイズを比較した例。回転速度を連続的に上昇させている。

- 目盛線本数32768本の光学走査式角度エンコーダ
- 目盛線本数16384本の光学走査式角度エンコーダ
- 目盛線本数2600本の他の走査方式の角度エンコーダ

エンコーダ型式別取付け 取付け支援、機能検査、診断

組込み型角度エンコーダの初期設定を簡単かつ最適に行えるように、様々な支援を提供しています。

機械的取付け

角度エンコーダの高い信頼性を保証するためには、公差内での高品質な取付けが必要です。取付説明書に記載の内容に従ってください。

PWM 21を用いた取付け支援

ERA、ECAおよびECMIは、PWM 21と組み合わせることで、エンコーダの取付けを簡単にし、取付けが正しいかを確認するためのエンコーダ固有の特別な手順を提供します。

ATSソフトウェアは、例えば信号品質の評価に必要な各手順をユーザーに案内します。また、推奨値に達しない場合に通知を行います。

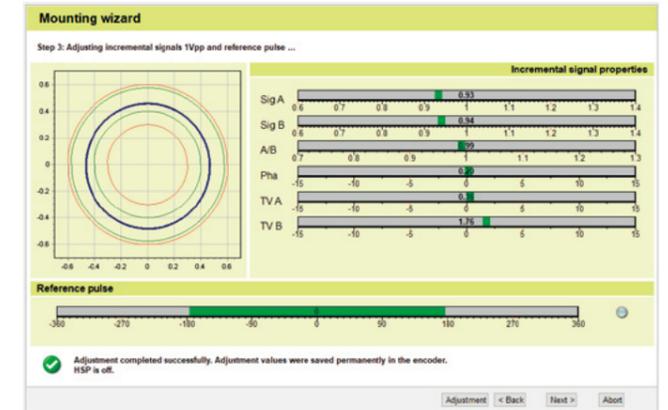
インクリメンタルエンコーダの場合、信号振幅や原点位置および原点幅の評価を含みます。アブソリュートエンコーダの場合、評価番号とアラームを用いて評価を行います。

PWT 101およびPWM 21を用いた機能確認

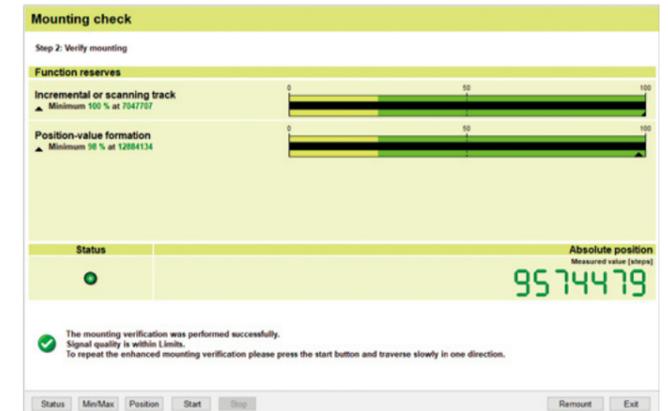
PWT 101およびPWM 21/ATSソフトウェアは、すべての角度エンコーダに基本機能を提供します。例えばインクリメンタルエンコーダの場合、信号品質を評価することができます。性能余裕度、警告、アラームはアブソリュートエンコーダで出力されます。

制御ループ内での診断

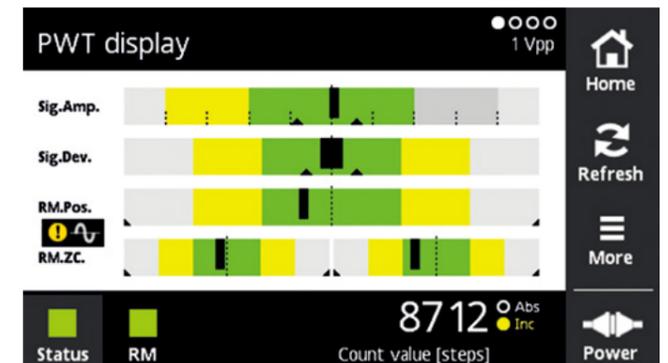
アブソリュートエンコーダECAおよびECMIは評価番号を後続電子機器に伝送するため、制御装置の制御ループ内で直接、エンコーダステータスの診断や性能余裕度の決定を行うことが可能です。スケーリングはすべてのハイデンハイン製エンコーダで共通で、性能余裕度(0% ~ 100%)として示されます。



PWM 21/ATSソフトウェアを用いたERA 4000の取付け支援



PWM 21/ATSソフトウェアを用いたECM 2000などの取付け支援



PWT 101を用いたERM 2000などの機能確認

ERA 4000の信号品質表示LED

角度エンコーダERA 4000は、3色LEDを用いたステータス表示機能を搭載しています。これにより稼働中でも迅速かつ簡単に信号品質を確認することができます。

この機能には、以下の長所があります。

- 走査信号の品質状態を3色LEDで可視化
- 測定範囲全体においてインクリメンタル信号を常時監視
- 原点信号の状態表示
- 作業現場において検査機器を使わずに迅速な信号品質確認

この表示機能によりインクリメンタル信号と原点信号の良否判定を行うことが可能です。**インクリメンタル信号**の品質は色の濃淡により確認ができます。これにより信号品質レベルを視覚的に確認することが可能です。**原点信号**については、許容値範囲内かどうかの良否判定を行います。

インクリメンタル信号のLED表示

LED表示色	走査信号の品質
● (緑)	最適
● (黄)	良
● (橙)	使用可能
● (赤)	許容値外

原点信号のLED表示

(機能確認)

原点通過時にLEDが赤もしくは青色に表示

- 許容値外
- 許容値内



ERA 4000: 信号品質表示LEDを走査ヘッドに搭載

磁気目盛用テストフィルム (ECM/ERM 2000)

テストフィルムを用いて磁極を見ることが可能です。目盛の損傷を発見および防止するための簡易検査に最適です。

- 磁気目盛の損傷(例、工具による消極)
- 取付け前の工具やねじの残留磁気



六角レンチと接触させた後、テストフィルムに表示されるマークで磁化の有無を確認

スケールドラムの芯出し

組込み型角度エンコーダは走査ヘッドと目盛本体で構成されています。目盛本体はスケールドラムまたはスケールテープです。走査ヘッドとスケールドラムの位置は、機械側の回転軸側の寸法・形状で決まります。このため機械側は以下のような必要条件に対応するよう、最初から設計されなければなりません。

- **ベアリング**は、動作中においてもエンコーダの走査ギャップの公差を維持し、軸の精度を満たすように設計されなければなりません(技術仕様を参照してください)。
- 目盛本体の**取付け面**は、平面度、粗さ、半径方向の振れ、直径に関するエンコーダの要求を満たさなければなりません。
- 走査ヘッドと目盛の**調整**を容易にするために、走査ヘッドはブラケットや適切な部品を用いて固定しなければなりません。

スケールドラムを使用する全ての組込み型角度エンコーダは、実際のアプリケーションにて精度仕様が達成できるように設計されています。取付けに関する設計により高い再現性が実現可能です。

目盛の芯出し

ハイデンハインの目盛はとて高精度であるため、達成できる全体の精度が主に取付け誤差(主に偏心誤差)の影響を受けます。エンコーダおよび取り付け方法により異なる、各種芯出し方法により実際の偏心誤差を最小化することができます。

1. 芯出しカラー

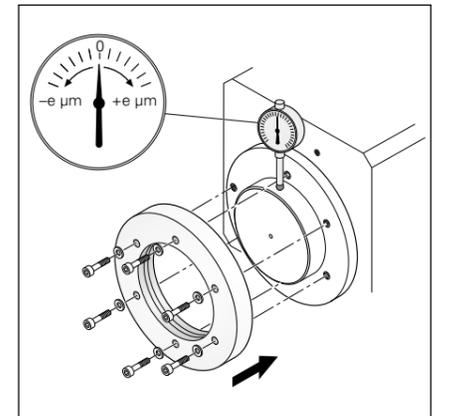
目盛本体を軸に圧入します。しかし、この方法は簡単ですが、軸の幾何形状の精密さを必要とします。

2. 三点芯出し

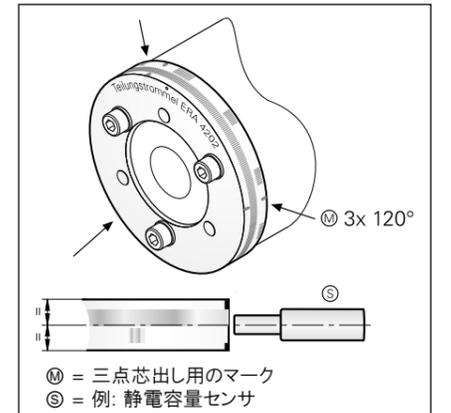
目盛本体は円周上に120°毎に記された3箇所のマークを用いて芯出しします。この方法では、目盛を芯出しする面の表面粗さが芯出し調整に影響を及ぼしません。

3. 二つの走査ヘッドを用いた芯出し

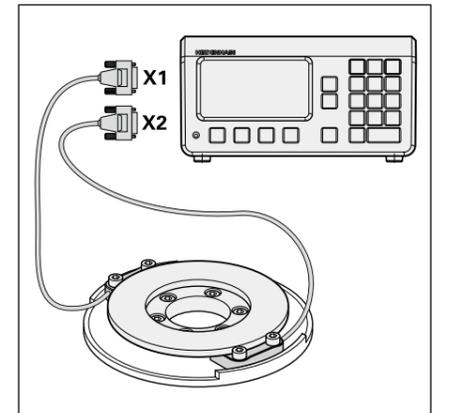
この方法はスケールドラムを使用する全ての光学式または磁気式組込み型角度エンコーダに適しています。ハイデンハインの目盛は長いレンジの誤差特性を持ち、そして目盛もしくは位置値が基準として使用されるため、全ての芯出し方法の中で最も正確です。



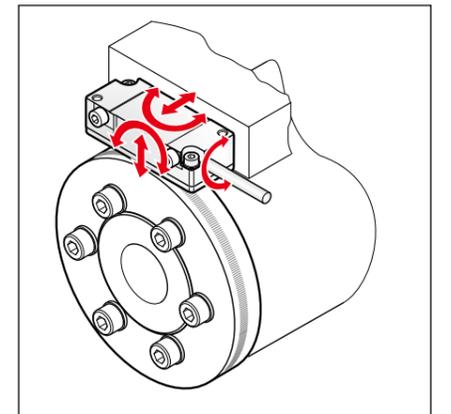
芯出しカラーを用いた芯出し



ERAの三点芯出し



二つの走査ヘッドを用いた芯出し



走査ヘッド

組込み型角度エンコーダは機械上に取付けられるため、目盛本体を取付けた後、走査ヘッドの正確な取付けが必要になります。走査ヘッドを正確に調整するために、原則として5軸の調整をしなければなりません(図参照)。この調整が大変簡単になるように、取付け方法に対応し、かつ取付け公差が大きい走査ヘッドを設計しています。

ERA 4000 および ECA 4000 シリーズ

組込み型角度エンコーダERA 4000およびECA 4000はスケールドラムと走査ヘッドで構成されています。スケールドラムは芯出しカラー付と三点芯出しのバージョンを用意しています。

ERA 4x80では、必要な精度に応じて様々な目盛間隔を選ぶことができます。右表では各スケールドラムに適した走査ヘッドの種類を示しています。スケールドラムの直径もしくは信号周期の数と、それに対応する走査ヘッドを一致させる必要があります。ERAおよびECAシリーズを汚れから保護するためには、特別な設計が必要です。角度エンコーダERA 4480は、様々な直径の圧縮空気カバー付スケールドラムが利用可能です。圧縮空気カバー付きスケールドラムは特殊な走査ヘッド(圧縮空気注入口有り)が必要です。圧縮空気カバーをご注文の場合、スケールドラムの直径に適したものを選択してください。

組込み型角度エンコーダERAおよびECAには、特別な設計が施されているため、迅速な取付けおよび簡単な調整が可能になります。

スケールドラムERA 4x00/ECA 4400の取付け

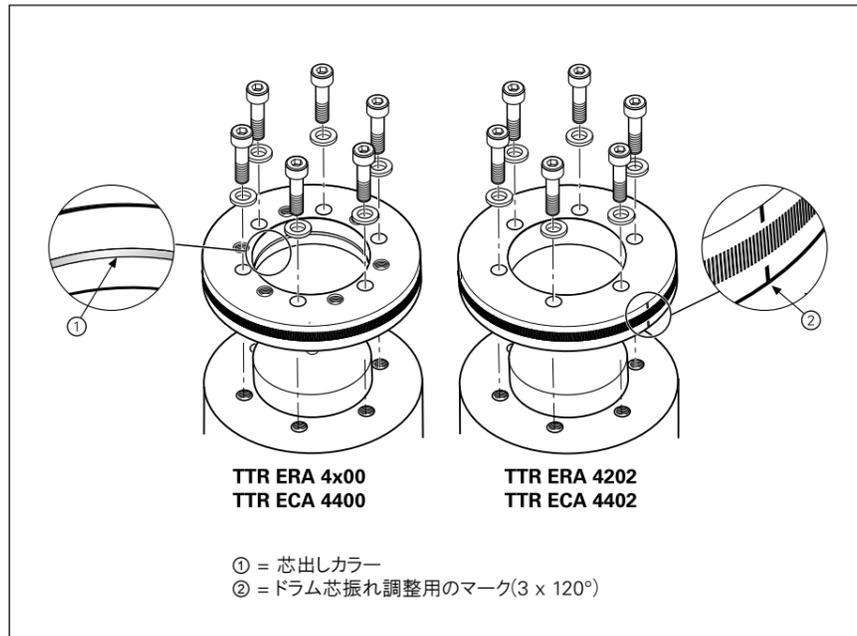
スケールドラムはその内径部に設けられたカラーによって芯出しを行います。2種類の芯出し方法があります。

- スケールドラムは、機械側軸に挿入、もしくは焼きばめをし(機能安全も参照してください)、ねじで固定してください。スケールドラムの調整は不要です。スケールドラムの取付けには、加熱する必要があります。バックオフねじを用いてスケールドラムの取外しが可能です。
- スケールドラムはその内径部に設けられたカラーによって芯出しを行います。

スケールドラムERA 4202/ECA 4402の取付け

スケールドラムは、円周上120°毎に刻まれた3箇所にて芯出しを行い、ねじで固定します。3箇所での芯出しとスケールドラムのソリッド設計により、比較的簡単なエンコーダ取付けで、高い精度が実現します。芯出しのための位置はスケールドラム上のマークで確認が可能です。内径を利用した芯出しはできません。

スケールドラムの設計	芯出し方法	スケールドラムの型式	対応する走査ヘッド
芯出しカラー付	<ul style="list-style-type: none"> 機械側軸に挿入または焼きばめ 内径での芯出し 	TTR ERA 4200	AK ERA 4280
		TTR ERA 4400	AK ERA 4480
		TTR ERA 4800	AK ERA 4880
		TTR ECA 4400	AK ECA 4410 AK ECA 4490
三点芯出し	<ul style="list-style-type: none"> 外径での芯出し 	TTR ERA 4202	AK ERA 4280
		TTR ECA 4402	AK ECA 4410 AK ECA 4490

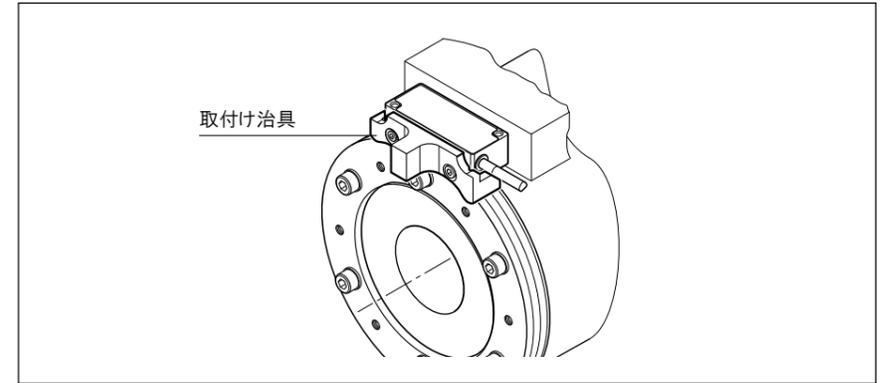


スケールドラムの取付け

各エンコーダ毎に適した芯出し方法の他に、二つの走査ヘッドを用いた芯出しも可能です。

走査ヘッドの取付け

走査ヘッドの取付けには、取付け治具をスケールドラムの外周面と走査ヘッドの間に置きます。走査ヘッドを押し当てた状態で固定し、スペーサまたは取付け治具を取り除きます。

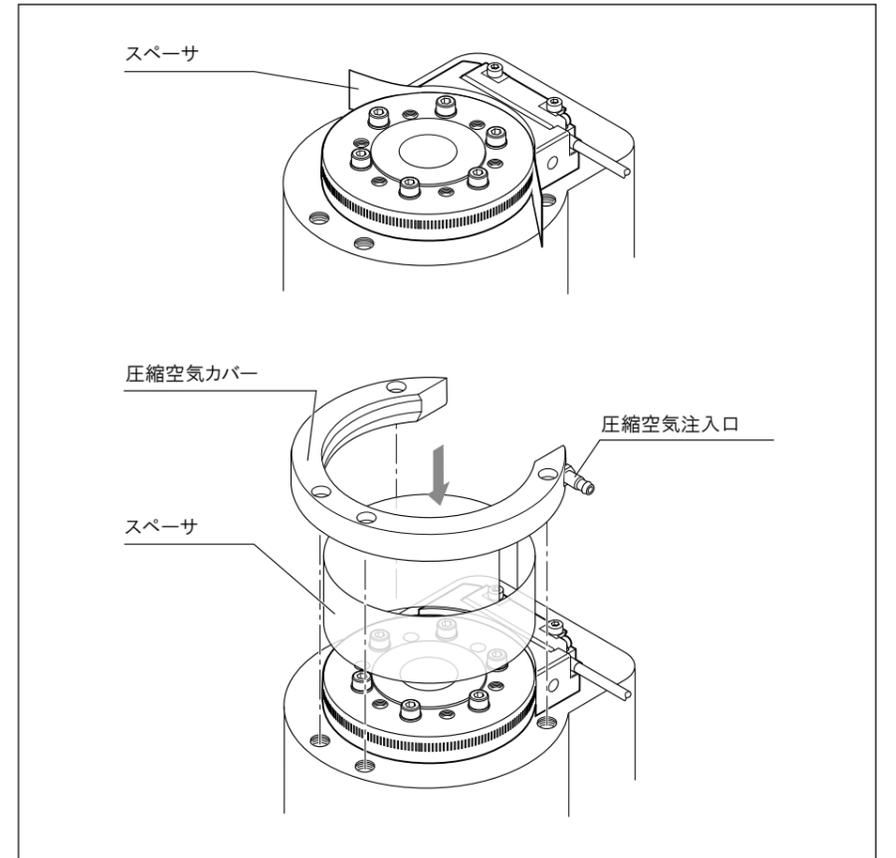


ECA 4000/ERA 4000の走査ヘッドの取付け

圧縮空気カバーの取付け

角度エンコーダERA 4000には、圧縮空気カバーをオプションで利用することができるバージョンがあります。これにより圧縮空気が注入されている時、汚れから保護することが可能です。

スケールドラムと走査ヘッドを上述のとおり取付けます。スペーサを圧縮空気カバーと共にスケールドラムの外周面に置きます。スペーサは圧縮空気カバーの取付け時、スケールドラムを保護し、そして走査ギャップも維持します。その後、圧縮空気カバーをスケールドラムに取付け固定します。そして、スペーサを取り除きます。圧縮空気注入口の情報は、機械的仕様の項目を参照してください。



圧縮空気カバー付 ERA 4480取付け

ERM 2000 および ECM 2000 シリーズ

組込み型角度エンコーダECMおよびERMIはスケールドラムと走査ヘッドで構成されています。ECMおよびERMシリーズは、調整なしで迅速に取付け可能な設計をしています。

スケールドラムERMIには3種類のバージョンを用意しています。これらはそれぞれ取付け方法が異なります。全てのスケールドラムは内径に芯出しカラーを搭載しています。

スケールドラムTTR ERM 2200、TTR ERM 2203、TTR ERM 2400およびTTR ECM 2400の取付け

スケールドラムはその内径部に設けられたカラーによって芯出しを行います。2種類の芯出し方法があります。

- スケールドラムは、機械側軸に挿入、もしくは焼きばめをし(機能安全も参照してください)、ねじで固定してください。スケールドラムの調整は不要です。スケールドラムの取付けには、加熱する必要があります。
- スケールドラムはその内径部に設けられたカラーによって芯出しを行います。

スケールドラムTTR ERM 2x00の取付け
スケールドラム**TTR ERM 2404**と**TTR ERM 2904**は、プレス嵌め接合(ドラムの取付け)のみが使用されます。スケールドラムの締付けは取付け状況によって異なります。

クランプ力はドラム平面上に均一に加えられなければなりません。必要な取付け部品はお客様の装置の設計により決定されますので、ご準備いただく必要があります。プレス嵌め接合は、高速や高加速の場合においても斜軸や半径方向の歪みおよび回転ずれを起こさないように強くなくてはなりません。

取付け部品の設計

取付け部品を設計には、以下のスケールドラムのパラメータを使用してください。

許容面圧力:
 $p_{zul} = 100 \text{ N/mm}^2$

熱膨張係数:
 $\alpha_{therm} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

前面取付け面の平均面粗さ:

$R_z \leq 8$ スケールドラム外径 < 326.9 mmの場合
 $R_z \leq 16$ スケールドラム外径 ≥ 326.9 mmの場合

スケールドラムTTR ERM 2405の取付け
スケールドラム**TTR ERM 2405**はキー溝付です。このキーは回転防止機構としてのみ使用し、トルクの伝達には使用しません。ドラム内側が特殊な形状をしているため、最大許容回転数の時でも、安定性を確保します。

走査ヘッドの取付け

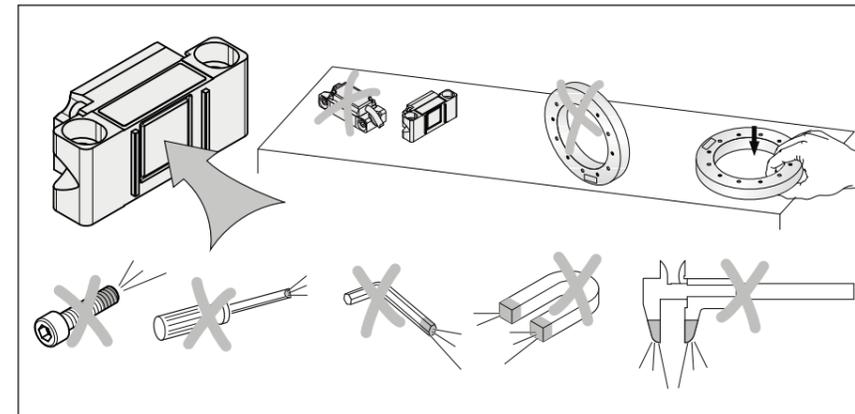
走査ヘッドの取付けには、付属のスペーサをスケールドラムの外周面に付けます。走査ヘッドをスペーサに押し当てた状態で固定した後、スペーサを取り除きます。走査ヘッドは様々なケーブル引出口を用意しています。

磁場による損傷からの保護

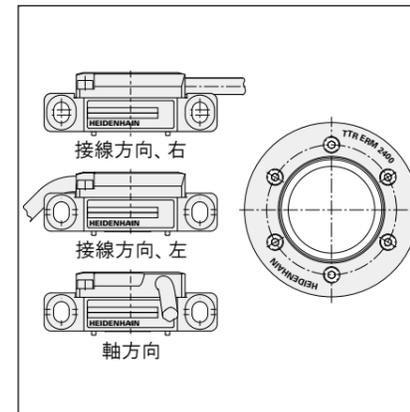
取付け中、スケールドラムの外周面および走査エリアが磁場(例、工具)に接触しないようにしてください。非磁性体の工具の使用を推奨します。通常、動作中に発生する磁界強度(例、モータ近辺)は、ERMまたはECMIに悪影響を与えません。

磁気目盛用テストフィルム

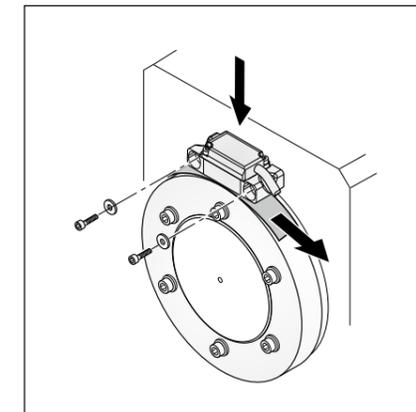
テストフィルムを用いて磁気目盛を見るのが可能です。これにより作業者は、工具による消磁など磁気目盛に何らかの損傷があるかどうかを簡単に確認することが可能です。また、取付け前にテストフィルムを用いて工具やねじの残留磁気を確認することで、目盛の損傷を防ぐことができます。テストフィルムは消磁機器により"非磁性"にすることができるため、繰り返しの使用が可能です。テストフィルムと消磁機器は別売りアクセサリとして用意しています。



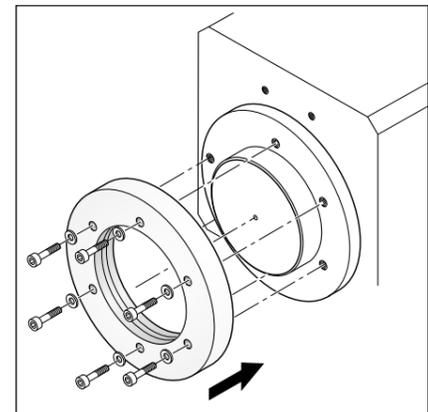
取扱情報



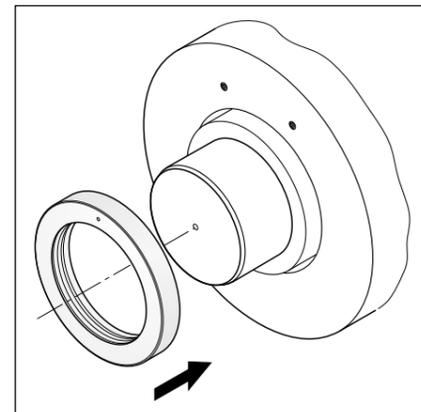
ケーブル引出し方向種類



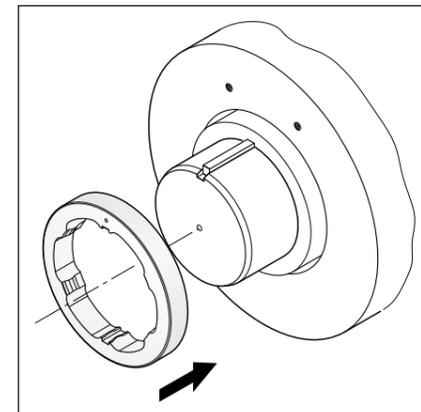
走査ヘッドの取付け(例: AK ERM 2480)



スケールドラムの取付け
TTR ERM 2400
TTR ERM 2200
TTR ERM 2203
TTR ECM 2400



スケールドラムの取付け
TTR ERM 2404
TTR ERM 2904



スケールドラムの取付け
TTR ERM 2405

ERA 7000 および ERA 8000 シリーズ

角度エンコーダERA 7000およびERA 8000は、走査ヘッドと1本物のスチール製スケールテープから構成されています。スチールスケールテープの最大測定長は30 mです。スケールテープは、機械側の

- 内径表面(ERA 7000 シリーズ)
- 外径表面(ERA 8000 シリーズ)

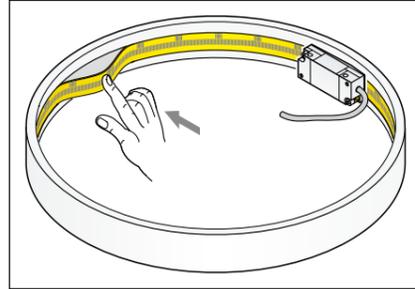
に取付けられます。

角度エンコーダERA 74x0CおよびERA 84x0Cは**全円周測定用**に設計されています。したがって、大きい内径(約400 mm以上)を有する中空シャフトおよび大きい周長全体にわたって正確な測定を必要とする用途(例、大口径のロータリーテーブル、天体望遠鏡)に適しています。

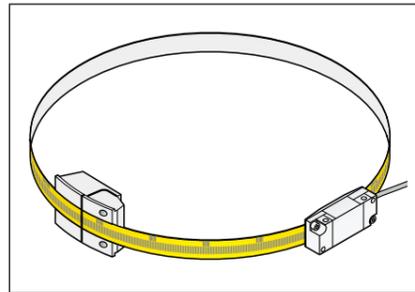
全円周ではない、または360°全体にわたる測定を必要としない用途では、**部分角測定用**を用意しています。

全円周測定用スケールテープの取付け

ERA 74x0C:
スケールテープの取付面には、ある一定の直径を有する**内径面に溝**(お客様にてご準備ください)が必要です。スケールテープをその接合部のところから溝にはめ込んでいきます。テープ自身の弾性力によって定位置に保持されるように切断されています。



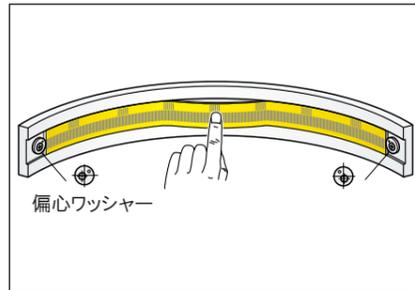
ERA 84x0C:
スケールテープは納入時にすでにテープ端にテンションブロックが取付けてあります。スケールテープの取付けには**外径面に溝**が必要です。テンションブロック用のくぼみスペース(お客様にてご準備ください)を用意する必要があります。テープを溝にはめ込み、その溝の端面に沿って位置を合わせテンションブロックで固定します。



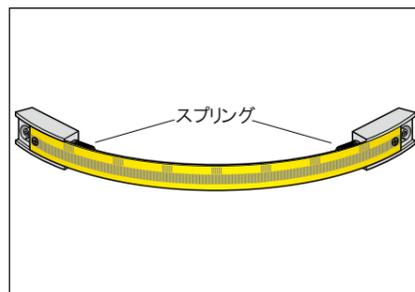
スケールテープの端は、テープの接合部にほんの僅かな角度誤差および信号形状誤差だけしか生じないように、正確に製造してあります。スケールテープが溝の中で動かないようにするために接合部分にて複数点で接着固定します。

部分角測定用スケールテープの取付け

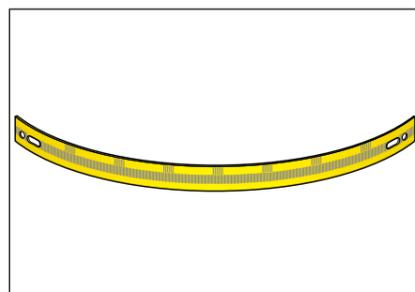
ERA 74x1C:
ある一定の直径を有する内径面に溝(お客様にてご準備ください)が必要です。両端の偏心ワッシャーをこの溝の中に固定し、スケールテープにテンションをかけた状態で溝に差し込むことができるように偏心ワッシャーを調整します。



ERA 84x1C:
スケールテープと押さえピースは、同梱されています。スケールテープの取付けには、押さえピースのための凹部をつけた外径面の溝が必要です。スケールテープにテンションばねを取付け最適のテンションが加わるようにし、スケールテープ全長にわたって均一に分布するようにします。



ERA 84x2C:
スケールテープの取付けには、外径面の溝または片側軸方向突き当てストッパを用いることを推奨しています。納入時、スケールテープにはテンションエレメントが付いていません。スケールテープを予めバランスばねで釣り合った状態にし、2つの長穴で固定します。



取付け軸直径の決定

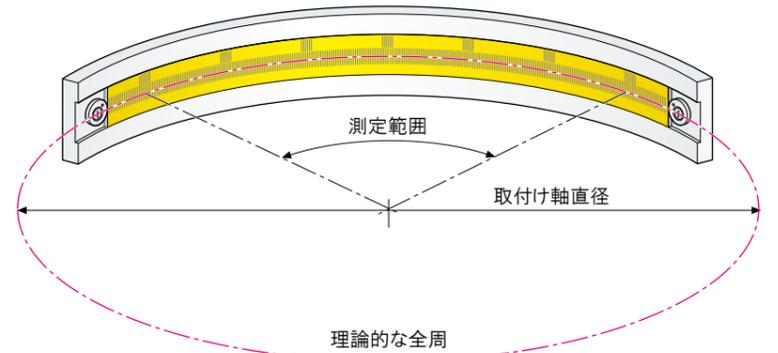
絶対番地化原点が正しく機能するようにするためには、全周の目盛線本数が1000の倍数でなければなりません。取付け軸側直径と信号周期との関係は、表に示す通りです。

	取付け軸側直径(mm)	部分角バージョンの測定範囲(度)
ERA 7000C	$n \cdot 0.01273112 + 0.3$	$n_1 \cdot 4.583204 : (D-0.3)$
ERA 8000C	$n \cdot 0.0127337 - 0.3$	$n_1 \cdot 4.584121 : (D+0.3)$

n = 全周の信号周期、 n_1 = 測定範囲の信号周期
 D = 取付け軸直径[mm]

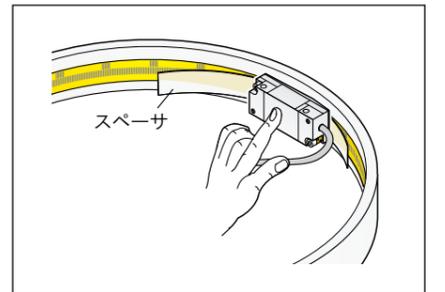
部分角の決定

部分角の測定範囲は、目盛線本数が1000の倍数となるようにしてください。また、理論的な全周の目盛線本数も1000の倍数でなければなりません。これによりNC制御への適用が容易になります。



走査ヘッドの取付け

走査ヘッドの取付けには、付属のスペーサをスケールドラムの外周面に付けます。走査ヘッドをスペーサに押し当てた状態で固定した後、スペーサを取り除きます。さらに微調整機構を用いて走査範囲の微調整を行うことが可能です。

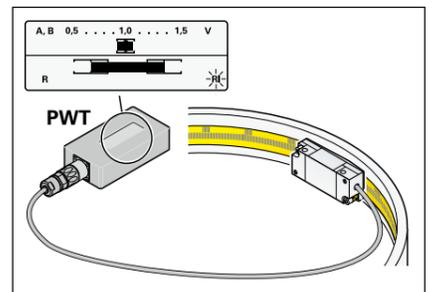


スケール端接合部における信号確認

ERA 74x0CおよびERA 84x0Cの取付けが正しいかどうかを確認するために、接着テープが固まる前にスケール端接合部での信号確認を行うことが必要です。

出力信号の品質確認にはハイデンハイン位相角検査機器PWTが使用できます。走査ヘッドをスケールテープに沿って移動させると、信号振幅値と原点位置をグラフィック表示させることができます。

位相角測定装置PWM 9により出力信号の理想値からの誤差を定量表示することが可能です(ハイデンハイン測定装置の項目を参照してください)。



一般情報

保護等級

光学走査方式組み込み型角度エンコーダは、粉塵や液体汚れから保護する必要があります。必要に応じて、シールや圧縮空気などで適切な保護措置を施してください。

走査ヘッドは、EN 60529およびIEC 60529における保護等級IP40(ERA)とIP67(ECA)の規定を満たしています。

角度エンコーダERA 4000には、圧縮空気カバーをオプションで利用できるバージョンがあります。これにより保護等級をIP40まであげることが可能です。大気圧より少し高い圧縮空気を注入することにより、エンコーダ内部への結露の侵入を防ぎます。圧縮空気カバーは水滴や粉塵などの侵入を防ぐ設計はされていません。しかし多くのアプリケーションで、圧縮空気カバーは信頼性の高い保護を提供しています。保護等級は、設計上の制約や運転状態にも左右されます。

吸入圧力が $1 \cdot 10^5$ Pa (1 bar)の時、ハイデンハイン製のスロット付エアニップルを用いて約33リットル/rpmの空気流量を確保することができます。これにより多くの場合、粉塵から保護することが可能です。

運転時/停止時の両方において、厳しい環境条件下で汚れから避ける方法について十分に試験を行っており、エンコーダや圧縮空気カバーが取付けられた領域を十分にカバーしたり、圧縮空気による気吹きや、わずかに空気圧を上げたりすることができます。

エンコーダに導入される圧縮空気は、あらかじめ微細フィルタで清浄されていなければならず、**ISO 8573-1**(2010版)に準じた以下の品質等級に適合しなくてはなりません。

- 固体汚染物質: **等級 1**
 粒子サイズ 粒子数/ m³
 0.1 μm ~ 0.5 μm ≤ 20000
 0.5 μm ~ 1.0 μm ≤ 400
 1.0 μm ~ 5.0 μm ≤ 10
- 最大加圧露点: **等級 4**
 (3 °Cにおける加圧露点)
- 全油含有量: **等級 1**
 (最大油濃度: 0.01 mg/m³)

別売アクセサリ:

圧縮空気ユニットDA 400 ID 894602-01

DA 400

ハイデンハインは、浄化機能を搭載した圧縮空気フィルタシステムDA 400を用意しています。この製品はエンコーダへの圧縮空気導入用途に特別に設計されています。

DA 400は、3段階のフィルタ(プリフィルタ、微細フィルタ、そして活性炭素フィルタ)と圧力計付圧力調整器で構成されています。圧力計と圧力スイッチ(別売アクセサリ)は効果的に圧縮空気の要求圧を監視します。

DA 400へ供給する圧縮空気は、**ISO 8573-1**(2010版)に準じた以下の品質等級を満たさなければなりません。

- 固体汚染物質: **等級 5**
 粒子サイズ 粒子数/ m³
 0.1 μm ~ 0.5 μm 規定なし
 0.5 μm ~ 1.0 μm 規定なし
 1.0 μm ~ 5.0 μm ≤ 100000
- 最大加圧露点: **等級 6**
 (10 °Cにおける加圧露点)
- 全油含有量: **等級 4**
 (最大油濃度: 5 mg/m³)



関連資料:

さらに詳しい情報については、製品情報DA 400を参照してください。



DA 400

温度範囲

使用温度範囲は、実際の取付け環境において動作中にエンコーダが達しても差し支えのない温度を示しています。

保存温度範囲は、梱包状態のまま保存する時の温度範囲です。
 (ERA/ECA: -20 °C ~ 70 °C、ERM/ECM: -30 °C ~ 70 °C)

接触防止

エンコーダ取付け後、全ての回転部分について動作中に接触事故が起きないように、十分に保護してください。

加速度

角度エンコーダは、動作中および取付け中に、様々な加速度を受けます。

- **振動**に関して記載されている最大値は、IEC 60068-2-6が適用されています。
- **衝突衝撃負荷**については、6 ms時の最大許容加速度の値(正弦半波衝撃値)を適用します(IEC 60068-2-27)。エンコーダの調整などで、ハンマーによる衝撃は絶対に避けてください。

回転速度

最大許容回転速度はFKMガイドラインに基づき、決定されています。このガイドラインは、全ての関連する影響を考慮したコンポーネントの強度を数学的に証明するのに役立ち、また、最新技術を反映しています。許容回転速度の算出には金属疲労強度(繰返し回数10⁹万回)を考慮しました。取付けは重要な影響をもたらすので、回転速度データを有効にするために、仕様と取付け方法で記述された全ての要件と指示に従わなければなりません。

RoHS

ハイデンハインは、電気・電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限に関する欧州指令2002/95/EC(RoHS)および電気・電子機器の廃棄に関する欧州指令2002/96/EC(WEEE)に基づく材料の有害性に関する製品試験を行っています。各製品毎の対応状況については、各営業所までお問い合わせください。

消耗品

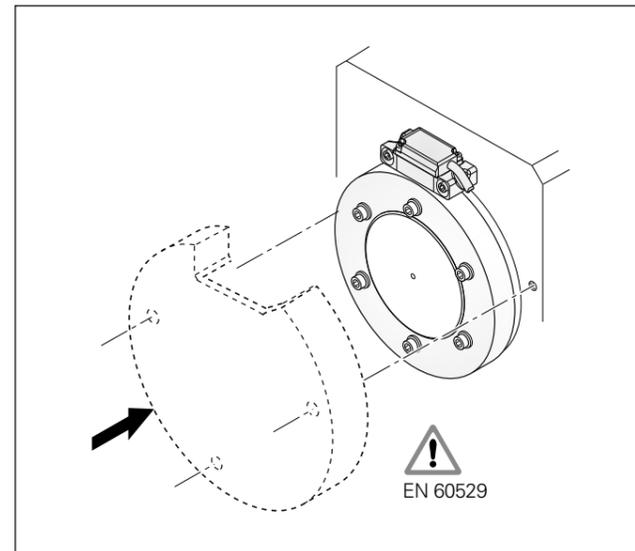
ハイデンハインのエンコーダは、耐用年数の長い設計となっています。予防保全は必要ありません。しかし、アプリケーションや設置状況によっては摩耗しやすい部品が含まれています。例えばケーブルは頻繁に屈曲させる場合は消耗品に含まれます。

システム検査

ハイデンハインのエンコーダは、通常、システムの一部として組み込まれます。このような使用方法では、エンコーダの仕様ではなく、**システム全体での検査**が必要となります。カタログに記載の仕様は、システム全体ではなく、エンコーダのみに適用されるものです。仕様の範囲外でのご使用や、意図されたアプリケーション以外でご使用の場合には、弊社では責任を負いません。安全性を重視したシステムにおいては、電源投入後に上位の制御システムにおいてエンコーダの位置値を確認する必要があります。

取付け

取付け時に行う作業手順と取付寸法については、製品に添付されている取付説明書の記載に従ってください。このカタログに記載されている取付けについてのすべての情報は暫定的なもので、拘束力はありません。このカタログの情報は、契約の情報にはなりません。



接触防止

機能安全

安全軸

通常、工作機械の駆動軸は、作業員に大きな危険が付きまといまふ。特に作業員が機械と接する場合(例えば、ワークの段取り作業中など)、機械が制御不能の動作をしないように保証しなければなりません。ここで、安全機能を実行するのに軸の位置情報が必要となります。安全モジュールを評価する際に、制御装置には誤った位置情報を検知し、誤りに対応する作業があります。

軸構成や制御装置の処理能力に応じて、様々な安全対策を追求することができます。例えば、シングルエンコーダシステムでは、1軸あたり1台のエンコーダだけが安全機能を評価されます。しかし、ロータリエンコーダと角度エンコーダを搭載する回転軸のように、1軸に2台のエンコーダがある場合では、2個の冗長的な位置値を制御装置内で互いに比較することができます。

制御装置とエンコーダが互いに正しく適合した場合、安全故障検出を行うことができます。この場合、制御装置メーカー毎に安全設計が異なる可能性があるということに注意しなければなりません。これは接続エンコーダが満たすべき要件が異なる場合があることも意味します。

型式試験済みエンコーダ

ハイデンハインの組込み型角度エンコーダを、それぞれ安全設計が異なる各種制御装置で使用することができます。特に注目したいのは、EnDatインターフェースを搭載した型式試験済みのエンコーダECA 4410とECM 2410です。これらのエンコーダは、コントロールカテゴリSIL 2(EN 61508準拠)もしくはパフォーマンスレベル"d"(EN ISO 13849)を満たすアプリケーション内で適切な制御装置と組み合わせ、シングルエンコーダシステムとして動作します。インクリメンタルエンコーダとは異なり、アブソリュート角度エンコーダECA 4410/ECM 2410は、電源投入直後や停電時も含めて、常に安全な絶対位置値を出力します。互いに独立して生成される2つの絶対位置値と安全制御装置に提供されるエラービットに基づいて、位置情報の確実な伝送が行われます。ピュアシリ

アルによるデータ伝送には、その他に、信頼性および精度の向上、診断機能、そしてケーブルコネクタ技術による簡素化とコスト削減といった長所があります。

標準エンコーダ

安全対応と明示されているエンコーダの他に、標準エンコーダ(例えば、1 V_{pp}信号出力やフアナックインターフェース)も安全軸で使用することができます。この場合には、それらのエンコーダ特性を各制御装置の要求事項に合わせておく必要があります。ハイデンハインでは、個別のエンコーダについての追加データ(故障率やEN 61800-5-2準拠の故障モデル)の提供が可能です。

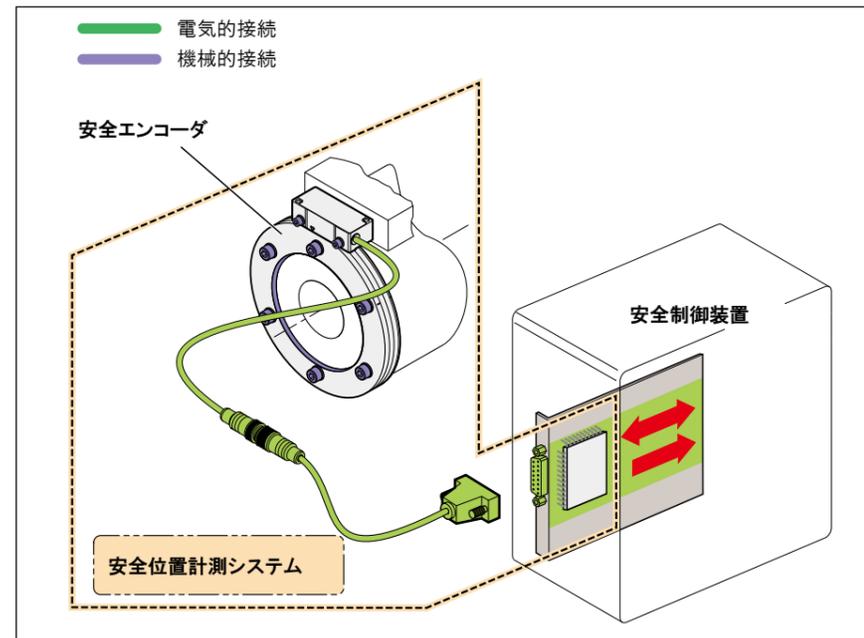
耐用年数

特に指定のない限り、ハイデンハインエンコーダの耐用年数は20年としています(ISO 13849準拠)。

詳細情報:

機能安全の特性値はエンコーダの各仕様に記載されています。技術情報 **安全対応の位置計測システム**では、特性値を説明しています。

ハイデンハインでは、ご要望に応じて、安全アプリケーションで標準エンコーダを使用するために個別のエンコーダについての追加データ(故障率やEN 61800-5-2準拠の故障モデル)を提供することもできます。



エンコーダの機械的取付けとインターフェース

機械的接続の緩みに関する故障除外

多くの安全設計ではインターフェースに関係なくエンコーダの安全な機械的接続を必要とします。電気モータに関する基準、EN 61800-5-2では、エンコーダとモータ間の機械的接続の緩みを考慮が必要な故障として定義しています。制御装置がこのようなエラーを検知できないことがあるため、多くの場合、故障除外を必要とします。

この機械的故障除外は、幅広い範囲のエンコーダアプリケーションに対して認証され、下表に記載の運転条件で保証されています。

故障除外に必要な要件は、仕様の許容制限値に対して追加制約となる可能性があります。さらに、機械的接続の緩みに関する故障除外は、エンコーダ取付け時や、例えばねじ部の回転防止ロックの処置を行う際には、通常、追加的監視を要します。適切なエンコーダや取付け方法を選択する際には、これらの要素を考慮しなければなりません。

走査ヘッドとスケールドラムの故障除外

走査ヘッドの機械的接続の緩みに関する故障除外には、様々な取付け方法があります。搭載インターフェースを問わず、すべての走査ヘッドで故障除外が可能です。スケールドラム TTR ECA 4400、TTR ERA 4x00、TTR ECM 2400、TTR ERM 2x00および TTR ERM 2203は機械的接続の緩みに関する故障除外に対応した設計になっています。安全設計に機械的故障の除外を必要としない場合、圧入を行わずにスケールドラムを固定することも可能です。

機械的接続	固定方法	機械的接続の安全位置 ³⁾	仕様上の制約 ⁴⁾	
ERA ECA	スケールドラム	寸法図に従って圧入 ねじ留め: ^{1) 2)} 取付けねじ: ISO 4762 -M5x20-8.8 取付けねじ: ISO 4762 -M6x25-8.8	ドラム外径 104.63 mm ~ 127.64 mm: ±0.025°	仕様を参照してください • 振動(可能性あり) • 衝撃 • 最大角加速度 • 使用温度 寸法を参照してください • 取付公差 • 取付け寸法 取付けを参照してください • 材質 • 取付け状態
	走査ヘッド	取付け方法 I: ねじ留め: ²⁾ 取付けねじ: ISO 4762 -M3x25-8.8 取付け方法 II: ねじ留め: ²⁾ 取付けねじ: M3x20 ISO 4762 8.8	ドラム外径 148.2 mm以上: ±0.0°	
ERM ECM	スケールドラム	寸法図に従って圧入(W2) ねじ留め: ²⁾ 取付けねじ: M5 ISO 4762 8.8	±0.025°	
	走査ヘッド	ねじ留め: ²⁾ 取付けねじ: M4 ISO 4762 8.8		

1) スケールドラムのねじ留めの際に回転止めの使用が必要です(取付け/サービス用)。
2) 摩擦係数クラスB(VDI 2230)
3) 明確に規定された取付け方法の場合のみ、故障除外が可能です。
4) 機械的故障の除外のないECA/ERA 4xxxおよびECM/ERM 2xxxとは異なります。

スケールドラムの取付け

故障除外には、スケールドラムのシャフトへの圧入が必要です。できれば、スケールドラムは機械側の軸に焼きばめをし、ねじで固定してください。このため、スケールドラムは取付けを行う前に、加熱板を使用するなどしてゆっくりと加熱しなければなりません(注意: 誘導加熱装置は使用しないでください)。図はそれぞれのドラム径の推奨最低温度を表しています。最高温度は140°Cを超えてはなりません。

焼きばめの際は、スケールドラムと取付け軸との穴の位置が正しく調整されていることを確認してください。適切な芯出し補助治具(止めねじ)を用いることで、簡単に取付けできます。スケールドラムの冷却後、すべての取付けねじをもう一度正しいトルクで締付けてください。走査ヘッドとスケールドラムの取付けに使用した取付けねじは、走査ヘッドとスケールドラムの固定にのみ使用してください。この取付けねじで、その他の部品の固定はしないようにしてください。

スケールドラムの取外し

スケールドラムは、ドラムのねじ穴を用いて取外すことができます。潤滑剤を差したねじを固定し、スケールドラムがシャフトから外れるまで連続して締付けてください。スケールドラムを再取付けする前に、バックオフねじを切り直す必要があります。

材質

取付け軸および取付けステータには、表に記載の内容を満足する材質を使用してください。

取付け温度

ねじ留めに関するすべての情報は、取付け温度が15°C ~ 35°Cの場合におけるものです。

ERM/ECM

	取付け軸	取付けステータ
材質	スチール	スチール/鋳鉄
引張り張力 R_m	$\geq 600 \text{ N/mm}^2$	$\geq 250 \text{ N/mm}^2$
せん断力 τ_m	$\geq 390 \text{ N/mm}^2$	$\geq 290 \text{ N/mm}^2$
弾性率 E	$\geq 200\,000 \text{ N/mm}^2$ $\sim 215\,000 \text{ N/mm}^2$	$110\,000 \text{ N/mm}^2$ $\sim 215\,000 \text{ N/mm}^2$
熱膨張係数 α_{therm}	$(10 \sim 13) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ¹⁾	

¹⁾ その他についてはお問い合わせください

走査ヘッドの取付け

エンコーダのすべての部品(スケールドラム、走査ヘッド、ERA/ECA用取付け治具)の直径が合っていることを確認してください。関連する情報はIDラベルに記載があります。ATSソフトウェアの取付けガイドを用いて、走査ヘッドとスケールドラムが正しく調整されているかを確認することができます。

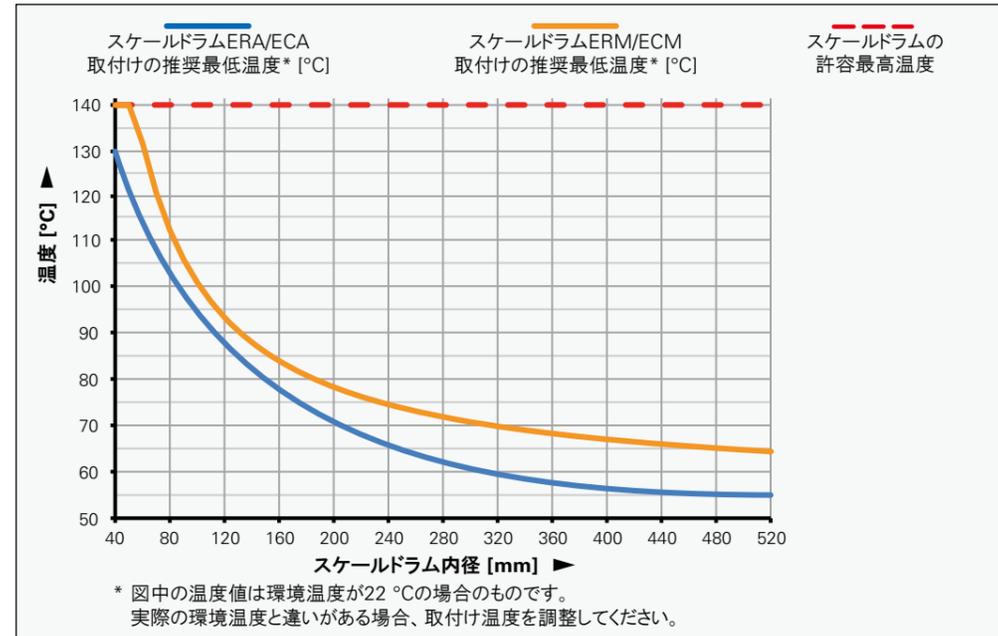
別売アクセサリ:

- ERA/ECA用取付け治具(各ドラム径に対応)
- 取付けガイド(ATSソフトウェアの機能)

ERA/ECA

	取付け軸/取付けステータ
材質	スチール
引張り張力 R_m	$\geq 600 \text{ N/mm}^2$
せん断力 τ_m	$\geq 390 \text{ N/mm}^2$
弾性率 E	$\geq 200\,000 \text{ N/mm}^2$ $\sim 215\,000 \text{ N/mm}^2$
熱膨張係数 α_{therm}	$(10 \sim 13) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ¹⁾

¹⁾ その他についてはお問い合わせください



📖 詳細情報:

正しく動作させるために以下資料の記載内容に従ってください。

- 製品に付属する取付説明書および場合により操作説明書

AK ECA 4410 Functional Safety	1177157
TTR ECA 4400	1177156
TTR ECA 4402	1125430
Mounting assistant for the ECA 44xx	1126455
AK ECM 2410/2490 M/2490 F	1308377
TTR ECM 2400	1308375
Mounting assistant for the ECM 24x0	1356342
- 技術情報: 安全対応の位置計測システム

	596632
--	--------
- For implementation in a controller:

• Specification for safe controller	533095
-------------------------------------	--------

ECA 4400 シリーズ

高精度アブソリュート角度エンコーダ

- 3箇所での芯出し調整を行う または 芯出しカラー付スチール製スケールドラム
- 走査ヘッドとスケールドラムで構成
- 安全アプリケーション対応バージョンも用意
- 機械的故障の除外に対応した走査ヘッドとスケールドラム



ECA 4000

機械的故障の除外あり

走査ヘッド	AK ECA 4410 	AK ECA 4410	AK ECA 4490F	AK ECA 4490M	AK ECA 4490P	AK ECA 4490Y
インターフェース	EnDat 2.2		ファンタックシリアル インターフェース、 αiインターフェース	三菱高速シリアル インターフェース	パナソニックシリアル インターフェース	安川シリアル インターフェース
区分	EnDat22		αiインターフェース	Mit03-4	Pana02	YEC07
クロック周波数	≤ 16 MHz		-			
計算時間 t_{cal}	≤ 5 μs		-			
機能安全 以下条件で適用が可能	<ul style="list-style-type: none"> • SIL 2 (EN 61508、IEC 61800-5-3) • カテゴリ3、パフォーマンスレベル“d” (EN ISO 13849-1:2015) 		-			
時間あたりの故障発生確率(PFH)	≤ 20 · 10 ⁻⁹ (ただし、設置場所は海拔6000 m以下)		-			
電氣的接続	ケーブル(1 m もしくは 3 m)、8ピンM12カップリング(オス) もしくは 15ピンD-subコネクタ(オス)付					
ケーブル長 ¹⁾	≤ 100 m		≤ 50 m	≤ 30 m	≤ 50 m	
供給電圧	DC 3.6 V ~ 14 V					
消費電力(最大)	3.6 Vにおいて: 700 mW 14 Vにおいて: 800 mW		3.6 Vにおいて: 850 mW 14 Vにおいて: 950 mW			
消費電流(標準値)	5 Vにおいて: 90 mA (負荷なし)		5 Vにおいて: 100 mA (負荷なし)			
振動: 55~2000 Hz 衝撃: 6 ms	≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-6) ≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-27)		≤ 500 m/s ² (IEC 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)			
使用温度	-10 °C ~ 70 °C ²⁾		-10 °C ~ 70 °C			
保護等級 IEC 60529 ³⁾	IP67					
質量	走査ヘッド	18 g (ケーブルなし)				
	ケーブル	20 g/m				
	M12カップリング	15 g				
	D-subコネクタ	32 g				

¹⁾ ハイデンハイン製ケーブル使用時、クロック周波数 ≤ 8 MHz

²⁾ ドラム外径104.63 mmの場合: 10 °C ~ 70 °C

³⁾ エンコーダを組込む機械内において、飛沫(粉塵、水滴、油滴など)から保護する必要があります。必要な場合は、圧縮空気やシールなどで適切な保護措置を施してください。

機械的故障の除外あり(オプション)

スケールドラム	TTR ECA 4400								
目盛本体 熱膨張係数	芯出しカラー付スチール製スケールドラム $\alpha_{\text{therm}} \approx 10.4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$								
ドラム内径*	70 mm	80 mm	120 mm	120 mm	150 mm	180 mm	270 mm	425 mm	512 mm
ドラム外径*	104.63 mm	127.64 mm	148.2 mm	178.55 mm	208.89 mm	254.93 mm	331.31 mm	484.07 mm	560.46 mm
安全位置 ^{1) 2)}	±0.88°		±0.44°			±0.22°		±0.11°	
安全測定分解能 SM	0.352° (10 ビット)		0.176° (11 ビット)			0.088° (12 ビット)		0.044° (13 ビット)	
機械的許容回転数 機械的故障の除外あり	8500 rpm	6250 rpm	5250 rpm	4500 rpm	4250 rpm	3250 rpm	2500 rpm	1800 rpm	1500 rpm
機械的故障の除外なし	15000 rpm	12250 rpm	10500 rpm	8750 rpm	7500 rpm	6250 rpm	4750 rpm	3250 rpm	2750 rpm
最大角加速度	14 000 rad/s ²	6600 rad/s ²	7900 rad/s ²	2700 rad/s ²	1800 rad/s ²	1000 rad/s ²	1300 rad/s ²	900 rad/s ²	1200 rad/s ²
電氣的許容回転数	≤ 7000 rpm	≤ 5750 rpm	≤ 4400 rpm	≤ 3000 rpm	≤ 2550 rpm	≤ 2100 rpm	≤ 900 rpm	≤ 600 rpm	≤ 550 rpm
慣性モーメント	$0.81 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$1.9 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$2.3 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$7.1 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$12 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$28 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$59 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$195 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$258 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
許容軸方向ずれ	≤ ±0.4 mm (走査ヘッドに対するスケールドラムの位置)								
位置値/回転	134 217 728 (27 ビット)			268 435 456 (28 ビット)			536 870 912 (29 ビット)		
測定分解能	0.0097"			0.0048"			0.0024"		
信号周期/回転	8195	10 010	11 616	14 003	16 379	19 998	25 993	37 994	44 000
目盛精度	±3"	±3.0"	±2.8"	±2.5"	±2.5"	±2.5"	±2.5"	±2.0"	±2.0"
1信号周期あたりの内挿精度	±0.20"	±0.16"	±0.14"	±0.12"	±0.10"	±0.08"	±0.06"	±0.04"	±0.04"
保護等級 IEC 60529 ³⁾	エンコーダを取付けた状態で: IP00								
質量	≈ 0.40 kg	≈ 0.68 kg	≈ 0.51 kg	≈ 1.2 kg	≈ 1.5 kg	≈ 2.3 kg	≈ 2.6 kg	≈ 3.8 kg	≈ 3.6 kg

* 注文時にご指定ください

1) 位置値比較後に後続電子機器内で偏差が発生する可能性があります(機器メーカーにお問い合わせください)。

2) 機械的接続: 走査ヘッドとスケールドラム間の緩みに関する故障除外。機能安全を参照してください。

3) エンコーダを組込む機械内において、飛沫(粉塵、水滴、油滴など)から保護する必要があります。

必要場合は、シールや圧縮空気などで適切な保護措置を施してください。

機械的故障の除外なし

スケールドラム	TTR ECA 4402								
目盛本体 熱膨張係数	3箇所芯出し調整を行うスチール製スケールドラム $\alpha_{\text{therm}} \approx 10.4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$								
ドラム内径*	70 mm	80 mm	120 mm/ 150 mm	130 mm	150 mm/ 185 mm	180 mm/ 210 mm	270 mm	425 mm	512 mm
ドラム外径*	104.63 mm	127.64 mm	178.55 mm	148.20 mm	208.89 mm	254.93 mm	331.31 mm	484.07 mm	560.46 mm
機械的許容回転数	15 000 rpm	12 250 rpm	8 750 rpm	10 500 rpm	7 500 rpm	6 250 rpm	4 750 rpm	3 250 rpm	2 750 rpm
電氣的許容回転数	≤ 7000 rpm	≤ 5750 rpm	≤ 3000 rpm	≤ 4400 rpm	≤ 2550 rpm	≤ 2100 rpm	≤ 900 rpm	≤ 600 rpm	≤ 550 rpm
慣性モーメント	$0.83 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$2.0 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$7.1 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2 /$ $4.5 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$1.7 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$12 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2 /$ $6.5 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$28 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2 /$ $20 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$59 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$199 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$263 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
許容軸方向ずれ	≤ ±0.4 mm (走査ヘッドに対するスケールドラムの位置)								
位置値/回転	134 217 728 (27 ビット)			268 435 456 (28 ビット)			536 870 912 (29 ビット)		
測定分解能	0.0097"			0.0048"			0.0024"		
信号周期/回転	8195	10 010	14 003	11 616	16 379	19 998	25 993	37 994	44 000
目盛精度	±3"	±2.5"	±2"	±2.3"	±1.9"	±1.8"	±1.7"	±1.5"	±1.5"
1信号周期あたりの内挿精度	±0.20"	±0.16"	±0.12"	±0.14"	±0.10"	±0.08"	±0.06"	±0.04"	±0.04"
保護等級 IEC 60529 ¹⁾	エンコーダを取付けた状態で: IP00								
質量	≈ 0.42 kg	≈ 0.69 kg	≈ 1.2 kg/ ≈ 0.66 kg	≈ 0.35 kg	≈ 1.5 kg/ ≈ 0.66 kg	≈ 2.3 kg/ ≈ 1.5 kg	≈ 2.6 kg	≈ 3.8 kg	≈ 3.7 kg

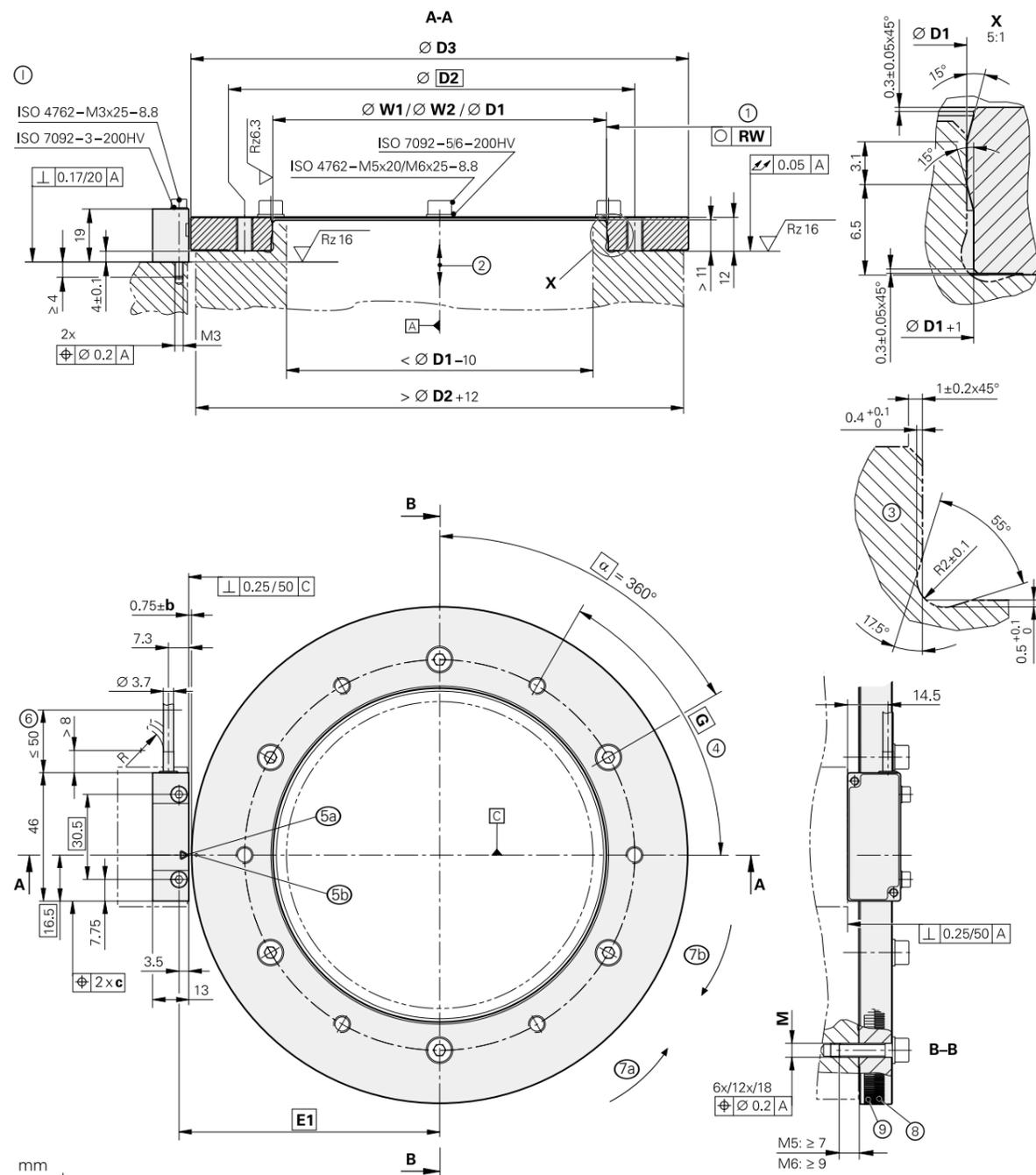
* 注文時にご指定ください

1) エンコーダを組込む機械内において、飛沫(粉塵、水滴、油滴など)から保護する必要があります。

必要場合は、シールや圧縮空気などで適切な保護措置を施してください。

ECA 4410、ECA 4490 (芯出しカラー付スケールドラム)

寸法

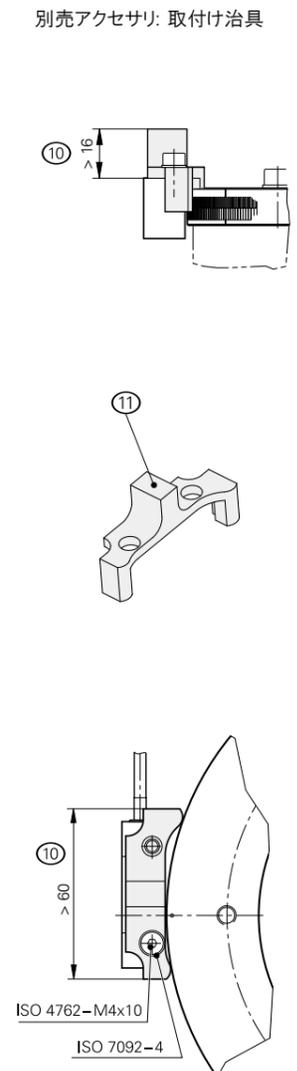
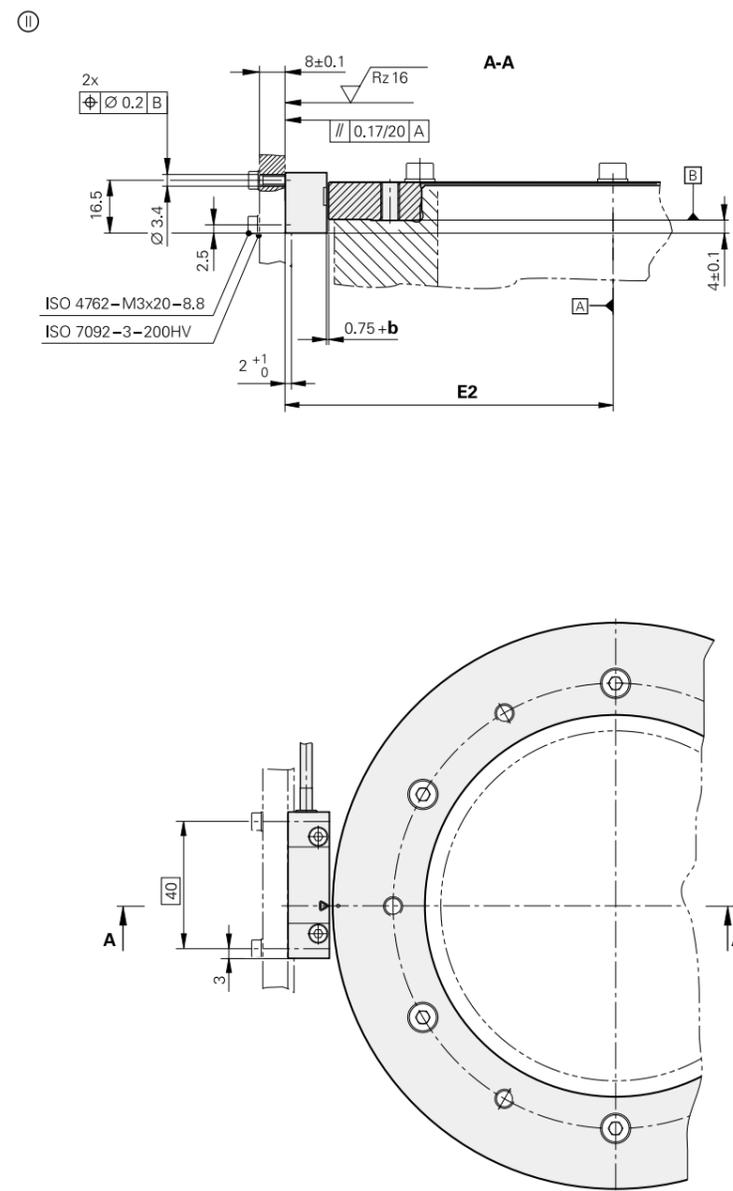


mm
 公差 ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

- W1 = 機械的故障の除外なし
- W2 = 機械的故障の除外あり
- ⊙, ⊗ = 取付け方法
- ⊠ = 機械側回転中心
- W = 取付け軸直径
- 1 = はめ合い径の真円度
- 2 = シャフトの許容軸方向ずれ ≤ ±0.4 mm
- 3 = アンダーカットの設計案
- 4 = 取外し用タップ、ドラム固定禁止位置
- 5 = 信号検出中心
- 6 = ケーブル支持

- 7a = 機能安全対応の走査ヘッドの正回転方向
- 7b = 機能安全非対応の走査ヘッドの正回転方向
- 8 = インクリメンタル目盛トラック
- 9 = アブソリュート目盛トラック
- 10 = 取付け治具用のスペース
- 11 = 取付け治具

	b [mm]	c [mm]
∅ 70	±0.05	0.3
∅ 80	±0.07	0.3
∅ 120	±0.07	0.3
∅ 120	±0.10	0.3
∅ 150	±0.12	0.5
∅ 180	±0.12	0.5
∅ 270	±0.15	1.0
∅ 270	±0.15	1.0
∅ 512	±0.15	1.0

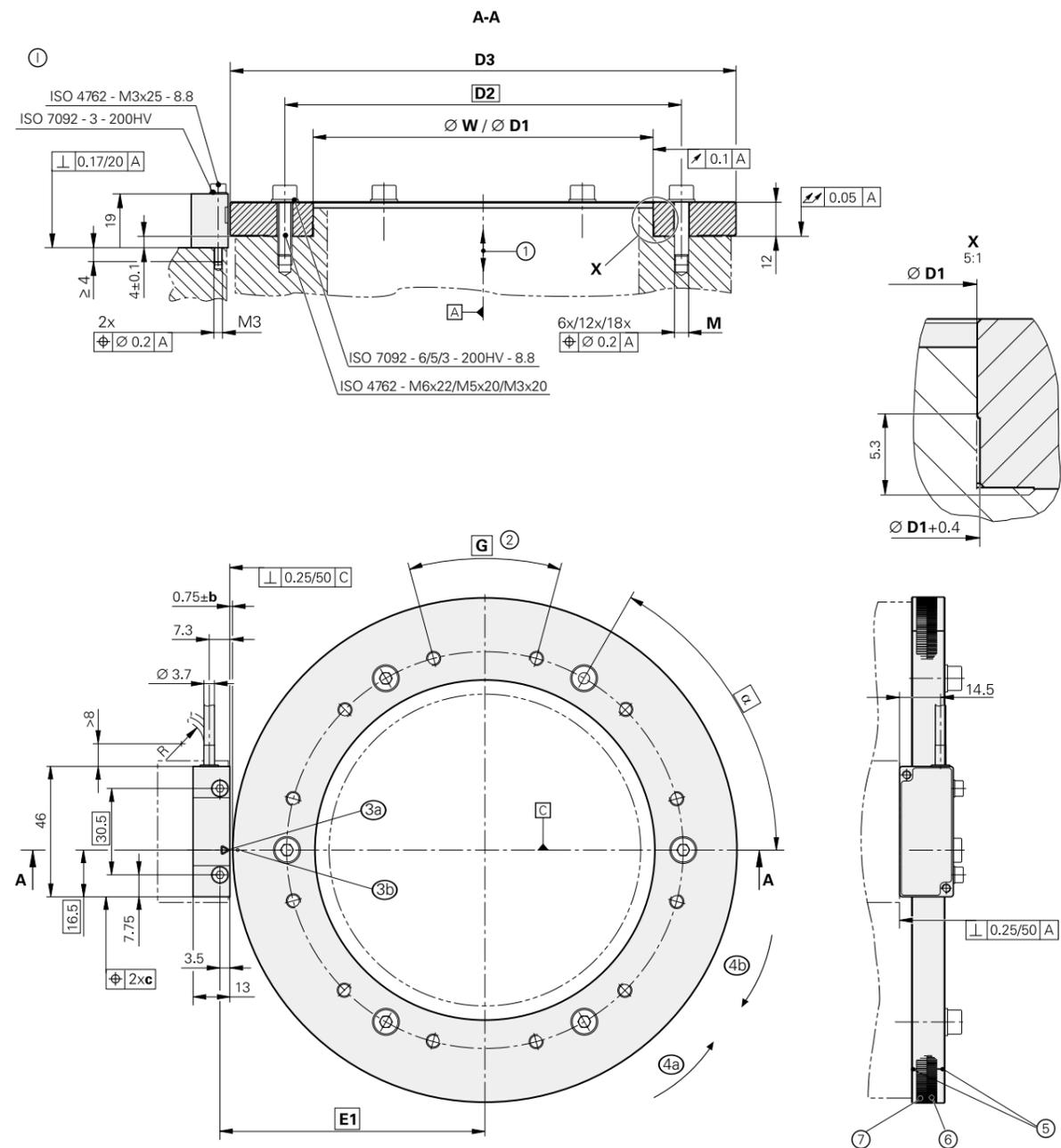


D1	W1	W2	RW	D2	D3	E1	E2	α	M	G	
∅ 70	-0.001/-0.005	∅ 70 +0.005	∅ 70 +0.007/+0.002	0.001	∅ 85	∅ 104.63	56.57	66.07	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 80	-0.001/-0.005	∅ 80 +0.006	∅ 80 +0.009/+0.003	0.0015	∅ 95	∅ 127.64	68.07	77.57	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 120	-0.001/-0.008	∅ 120 +0.008	∅ 120 +0.040/+0.022	0.002	∅ 134	∅ 148.20	78.35	87.85	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 120	-0.001/-0.008	∅ 120 +0.008	∅ 120 +0.040/+0.022	0.002	∅ 140	∅ 178.55	93.52	103.02	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 150	-0.001/-0.008	∅ 150 +0.008	∅ 150 +0.046/+0.028	0.002	∅ 165	∅ 208.89	108.69	118.19	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 180	-0.001/-0.008	∅ 180 +0.010	∅ 180 +0.050/+0.030	0.003	∅ 200	∅ 254.93	131.71	141.21	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 270	0/-0.01	∅ 270 +0.012	∅ 270 +0.067/+0.044	0.003	∅ 290	∅ 331.31	169.90	179.40	12x30°	12x M5	12x M6
∅ 425	0/-0.01	∅ 425 +0.015	∅ 425 +0.094/+0.067	0.006	∅ 445	∅ 484.07	246.29	255.79	12x30°	12x M6	12x M6
∅ 512	0/-0.015	∅ 512 +0.016	∅ 512 +0.109/+0.076	0.007	∅ 528	∅ 560.46	284.48	293.98	18x20°	18x M6	12x M8

詳細情報:
 CADデータは cad.heidenhain.com からダウンロード可能です

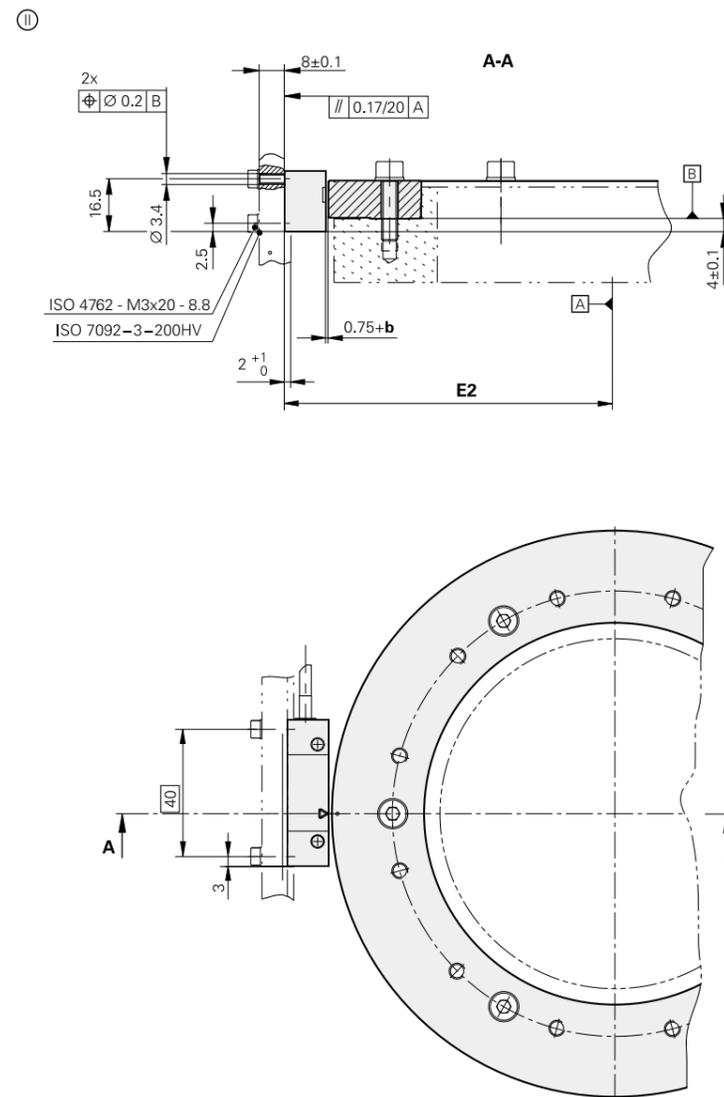
ECA 4412、ECA 4492 (芯出しカラーのないスケールドラム)

寸法

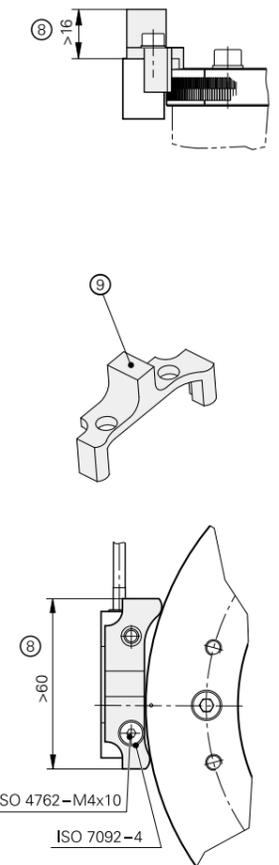


- ⊙, ⊗ = 取付け方法
- ⊠ = 機械側回転中心
- W = 取付け軸直径
- 1 = シャフトの許容軸方向ずれ: $\leq \pm 0.4$ mm
- 2 = ドラム固定禁止位置
- 3 = 信号検出中心および0°位置記号
- 4a = 機能安全対応の走査ヘッドの正回転方向
- 4b = 機能安全非対応の走査ヘッドの正回転方向
- 5 = スケールドラム芯振れ調整用のマーク(120°間隔、3箇所)
- 6 = インクリメンタル目盛トラック
- 7 = アブソリュート目盛トラック
- 8 = 取付け治具用のスペース
- 9 = 取付け治具

mm
 ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ± 0.2 mm



別売アクセサリ: 取付け治具



D1	W	D2	D3	E1	E2	α	M	G	b [mm]	c [mm]
∅ 70 +0.05/+0.07	∅ ≤ 70	∅ 85	∅ 104.63	56.57	66.07	6x60° = 360°	6x M5	/	±0.07	0.3
∅ 80 +0.05/+0.07	∅ ≤ 80	∅ 95	∅ 127.64	68.07	77.57	6x60° = 360°	6x M5	/	±0.07	0.3
∅ 120 +0.05/+0.07	∅ ≤ 120	∅ 140	∅ 178.55	93.52	103.02	6x60° = 360°	6x M5	/	±0.10	0.3
∅ 130 +0.05/+0.07	∅ ≤ 130	∅ 139	∅ 148.20	78.35	87.85	12x30° = 360°	12x M3	/	±0.07	0.3
∅ 150 +0.05/+0.07	∅ ≤ 150	∅ 163	∅ 178.55	93.52	103.02	12x30° = 360°	12x M3	/	±0.10	0.3
∅ 150 +0.05/+0.07	∅ ≤ 150	∅ 165	∅ 208.89	108.69	118.19	6x60° = 360°	6x M5	/	±0.12	0.5
∅ 180 +0.05/+0.07	∅ ≤ 180	∅ 200	∅ 254.93	131.71	141.21	6x60° = 360°	6x M5	/	±0.12	0.5
∅ 185 +0.05/+0.07	∅ ≤ 185	∅ 197	∅ 208.89	108.69	118.19	12x30° = 360°	12x M3	/	±0.12	0.5
∅ 210 +0.05/+0.07	∅ ≤ 210	∅ 230	∅ 254.93	131.71	141.21	12x30° = 360°	12x M3	/	±0.12	0.5
∅ 270 +0.05/+0.07	∅ ≤ 270	∅ 290	∅ 331.31	169.90	179.40	12x30° = 360°	12x M5	/	±0.15	1.0
∅ 425 +0.05/+0.07	∅ ≤ 425	∅ 445	∅ 484.07	246.29	255.79	12x30° = 360°	12x M6	12x M6	±0.15	1.0
∅ 512 +0.05/+0.07	∅ ≤ 512	∅ 528	∅ 560.46	284.48	293.98	18x20° = 360°	18x M6	12x M8	±0.15	1.0

詳細情報:

CADデータは cad.heidenhain.com からダウンロード可能です

ERA 4000 シリーズ

高精度インクリメンタル組込み型角度エンコーダ

- スチール製スケールドラム(3箇所で芯出し調整を行うタイプ または 芯出しカラー付タイプ)
- 最適化された走査方式による高い信頼性
- 3色LEDによるステータス表示機能搭載
- 走査ヘッドとスケールドラムで構成(オプションで圧縮空気カバーを利用可能)

走査ヘッド	AK ERA 4280 目盛間隔 20 μm AK ERA 4480 目盛間隔 40 μm AK ERA 4880 目盛間隔 80 μm
インターフェース	〜 1 V _{PP} 、HSP
カットオフ周波数-3 dB	1 MHz
電氣的接続	ケーブル (1 m もしくは 3 m) 12ピンM12カップリング、12ピンM23カップリング、もしくは15ピンD-subコネクタ
ケーブル長	≤ 150 m (ハイデンハインケーブルを使用)
供給電圧	DC 5 V ±0.5 V
消費電流	< 130 mA (負荷なし)
振動 55 Hz ~ 2000 Hz	機械的故障の除外あり: ≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-6) 機械的故障の除外なし: ≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-6)
衝撃 11 ms 6 ms	機械的故障の除外あり: ≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-27) 機械的故障の除外なし: ≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)
使用温度	-10 °C ~ 70 °C
相対湿度	≤ 93% (IEC 60068-2-78に基づき40 °C/4日間の試験実施)、結露なし
保護等級	IP40
質量	走査ヘッド ≈ 20 g (ケーブル含まず) 接続ケーブル ≈ 20 g/m M12カップリング ≈ 15 g M23カップリング ≈ 50 g D-subコネクタ ≈ 32 g

走査ヘッド	AK ERA 4480 目盛間隔 40 μm、圧縮空気カバー付
インターフェース	〜 1 V _{PP} 、HSP
カットオフ周波数-3 dB	1 MHz
電氣的接続	ケーブル (1 m もしくは 3 m) 12ピンM12カップリング もしくは 12ピンM23カップリング
ケーブル長	≤ 150 m (ハイデンハインケーブルを使用)
供給電圧	DC 5 V ±0.5 V
消費電流	< 130 mA (負荷なし)
振動 55 Hz ~ 2000 Hz	機械的故障の除外あり: ≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-6) 機械的故障の除外なし: ≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-6)
衝撃: 11 ms 6 ms	機械的故障の除外あり: ≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-27) 機械的故障の除外なし: ≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)
使用温度	-10 °C ~ 70 °C
相対湿度	≤ 93% (IEC 60068-2-78に基づき40 °C/4日間の試験実施)、結露なし
保護等級	IP40
質量	走査ヘッド ≈ 35 g (ケーブル含まず) ケーブル ≈ 20 g/m M12カップリング ≈ 15 g M23カップリング ≈ 50 g

走査ヘッド	AK ERA 4470					
インターフェース	□ TTL					
分割倍率*	1倍 ¹⁾	10倍	50倍	100倍	500倍	1000倍
走査周波数 ²⁾	≤ 450 kHz	≤ 312.5 kHz	≤ 125 kHz	≤ 62.5 kHz	≤ 12.5 kHz	≤ 6.25 kHz
エッジ間隔 ^a	≥ 0.220 μs	≥ 0.07 μs	≥ 0.03 μs			
電氣的接続*	ケーブル (1 m もしくは 3 m) インターフェースユニット内蔵15ピンD-subコネクタ(オス)付					
ケーブル長	ハイデンハイン製ケーブル使用時: ≤ 20 m、PWM 21を用いた信号調整時: ≤ 3 m					
供給電圧	DC 5 V ±0.5 V					
消費電流	≤ 250 mA (負荷なし)					
振動 55 Hz ~ 2000 Hz	機械的故障の除外あり: ≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-6) 機械的故障の除外なし: ≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-6)					
衝撃 11 ms 6 ms	機械的故障の除外あり: ≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-27) 機械的故障の除外なし: ≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)					
使用温度	-10 °C ~ 70 °C					
相対湿度	≤ 93% (IEC 60068-2-78に基づき40 °C/4日間の試験実施)、結露なし					
保護等級	IP40					
質量	走査ヘッド ≈ 20 g (ケーブル含まず) ケーブル ≈ 20 g/m D-subコネクタ ≈ 74 g					

* 注文時にご指定ください

¹⁾ TTL出力信号のエッジ間の時間を測定するアプリケーションに適しています。
クロックに同期しない出力信号のため、多少のジッタが発生します。

²⁾ 原点通過時の最大走査周波数: 70 kHz



芯出しカラー付スケールドラム	TTR ERA 4200C 目盛間隔 20 μm TTR ERA 4400C 目盛間隔 40 μm TTR ERA 4800C 目盛間隔 80 μm									
目盛本体 熱膨張係数	スチール製ドラム $\alpha_{\text{therm}} \approx 10.4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$									
信号周期(1回転あたり)/ 1信号周期あたりの 内挿精度 ¹⁾	TTR ERA 4200	12 000/ ±0.32"	16 384/ ±0.24"	20 000/ ±0.19"	28 000/ ±0.14"	32 768/ ±0.12"	40 000/ ±0.10"	52 000/ ±0.07"	–	–
	TTR ERA 4400	6 000/ ±1.08"	8 192/ ±0.79"	10 000/ ±0.65"	14 000/ ±0.46"	16 384/ ±0.40"	20 000/ ±0.32"	26 000/ ±0.25"	38 000/ ±0.17"	44 000/ ±0.15"
	TTR ERA 4800	3 000/ ±2.16"	4 096/ ±1.58"	5 000/ ±1.30"	7 000/ ±0.93"	8 192/ ±0.79"	10 000/ ±0.65"	13 000/ ±0.50"	–	–
目盛精度		±5"	±3.7"	±3"	±2.5"				±2"	
原点	絶対番地化原点もしくは1個									
ドラム内径*	40 mm	70 mm	80 mm	120 mm	150 mm	180 mm	270 mm	425 mm	512 mm	
ドラム外径*	76.75 mm	104.63 mm	127.64 mm	178.55 mm	208.89 mm	254.93 mm	331.31 mm	484.07 mm	560.46 mm	
機械的許容回転数 機械的故障の除外あり	10 000 rpm	8 500 rpm	6 250 rpm	4 500 rpm	4 250 rpm	3 250 rpm	2 500 rpm	1 800 rpm	1 500 rpm	
機械的故障の除外なし	20 000 rpm	15 000 rpm	12 250 rpm	8 750 rpm	7 500 rpm	6 250 rpm	4 750 rpm	3 250 rpm	2 750 rpm	
慣性モーメント	$0.27 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$0.81 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$1.9 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$7.1 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$12 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$28 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$59 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$195 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$258 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	
最大角加速度 機械的故障の除外あり	20 000 rad/s ²	14 000 rad/s ²	6 600 rad/s ²	2 700 rad/s ²	1 800 rad/s ²	1 000 rad/s ²	1 300 rad/s ²	900 rad/s ²	1 200 rad/s ²	
許容軸方向ずれ	≤ ±0.5 mm (走査ヘッドに対するスケールドラムの位置)									
保護等級IEC 60529	エンコーダを取付けた状態で: IP00、圧縮空気カバー付: IP40									
質量	≈ 0.28 kg	≈ 0.41 kg	≈ 0.68 kg	≈ 1.2 kg	≈ 1.5 kg	≈ 2.3 kg	≈ 2.6 kg	≈ 3.8 kg	≈ 3.6 kg	

* 注文時にご指定ください

¹⁾ 1信号周期内の内挿精度と目盛の精度は、どちらもエンコーダ自体の誤差となります。これに取付けや機械側軸受の誤差が加わります。測定精度を参照してください。

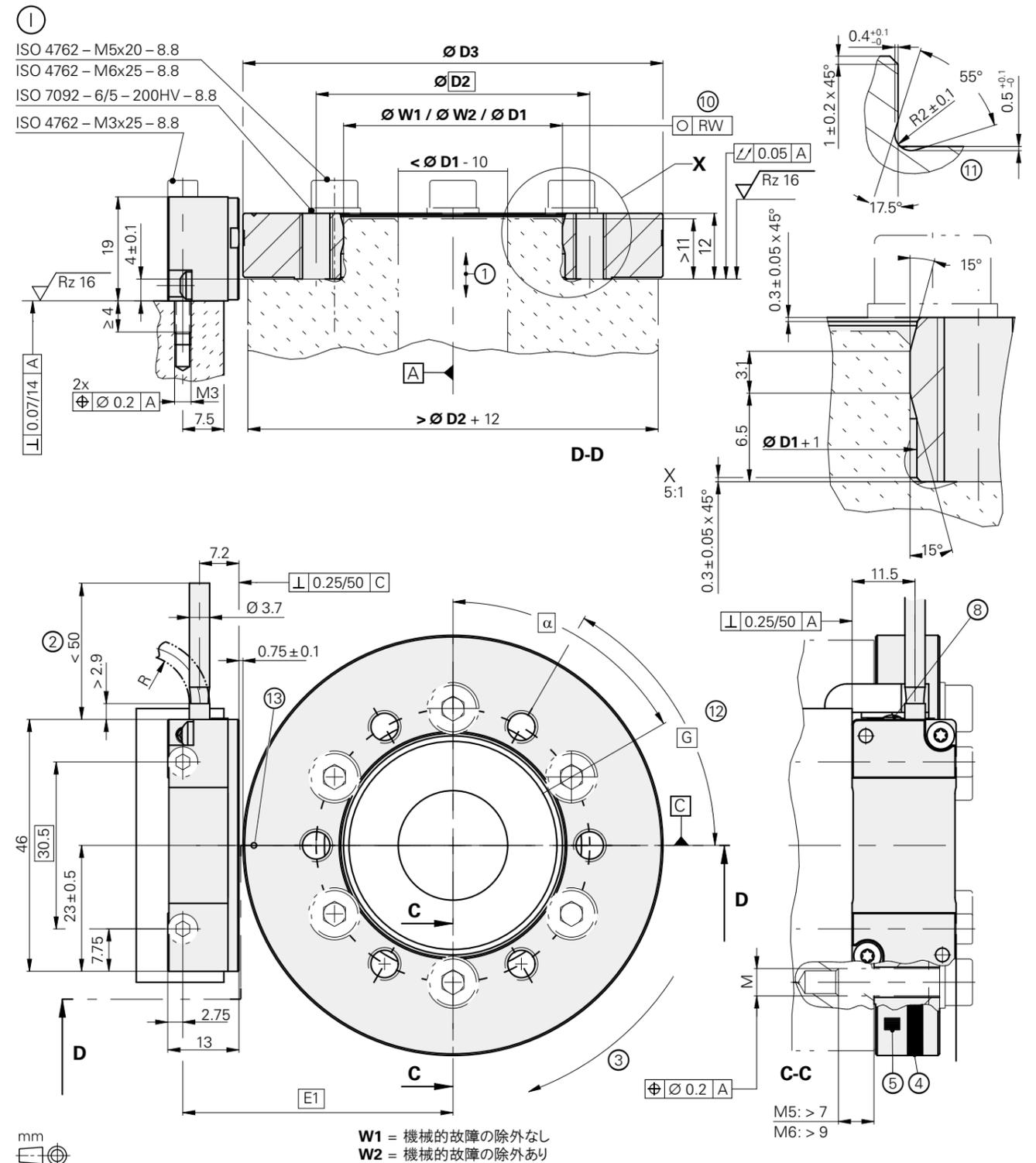
ERA 4280 C、ERA 4480 C、ERA 4880 C

寸法

3箇所まで芯出し調整を行うスケールドラム	TTR ERA 4202 C 目盛間隔 20 μm						
目盛本体	スチール製ドラム						
熱膨張係数	$\alpha_{\text{therm}} \approx 10.4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$						
信号周期/回転	12000	16384	20000	28000	32768	40000	52000
目盛精度	±4"	±3"	±2.5"	±2"	±1.9"	±1.8"	±1.7"
1信号周期あたりの内挿精度 ¹⁾	±0.36"	±0.24"	±0.19"	±0.14"	±0.12"	±0.10"	±0.07"
原点	絶対番地化原点もしくは1個						
ドラム内径*	40 mm	70 mm	80 mm	120 mm/ 150 mm	150 mm/ 185 mm	180 mm/ 210 mm	270 mm
ドラム外径*	76.75 mm	104.63 mm	127.64 mm	178.55 mm	208.89 mm	254.93 mm	331.31 mm
機械的許容回転数	20000 rpm	15 000 rpm	12 250 rpm	8750 rpm	7500 rpm	6250 rpm	4750 rpm
慣性モーメント	$0.28 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.83 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$2.0 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$7.1 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2 /$ $4.5 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$12 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2 /$ $6.4 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$28 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2 /$ $20 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$59 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
許容軸方向ずれ	$\leq \pm 0.5 \text{ mm}$ (走査ヘッドに対するスケールドラムの位置)						
保護等級 IEC 60529	エンコーダを取付けた状態で: IP00、圧縮空気カバー付: IP40						
質量	≈ 0.30 kg	≈ 0.42 kg	≈ 0.69 kg	≈ 1.2 kg/ ≈ 0.66 kg	≈ 1.5 kg/ ≈ 0.66 kg	≈ 2.3 kg/ ≈ 1.5 kg	≈ 2.6 kg

* 注文時にご指定ください

¹⁾ 1信号周期内の内挿精度と目盛の精度は、どちらもエンコーダ自体の誤差となります。これに取付けや機械側軸受の誤差が加わります。測定精度を参照してください。



mm
公差 ISO 8015
ISO 2768 - m H
< 6 mm: ±0.2 mm

- ①, ② = 取付け方法
- ⊕ = 機械側回転中心
- W = 取付け軸直径
- 1 = シャフトの許容軸方向ずれ: $\leq \pm 0.5 \text{ mm}$
- 2 = ケーブル支持
- 3 = 正回転方向

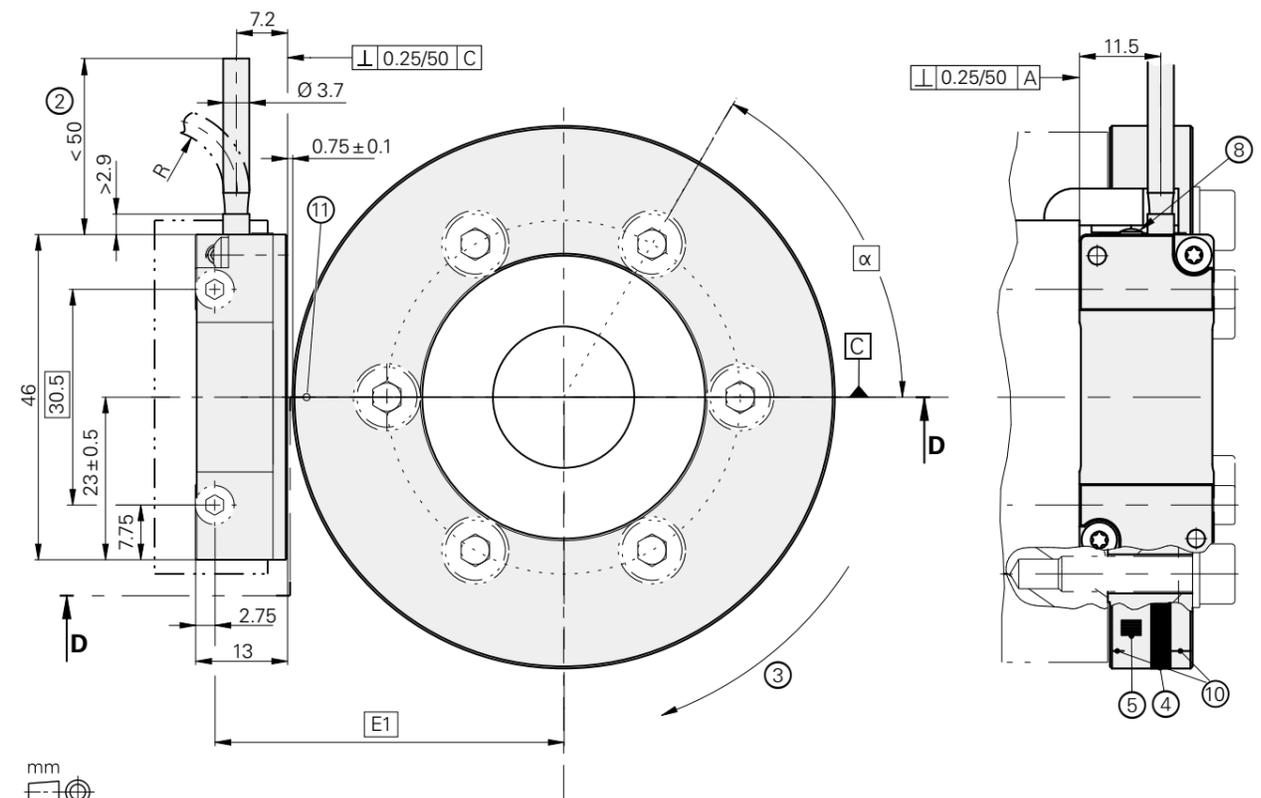
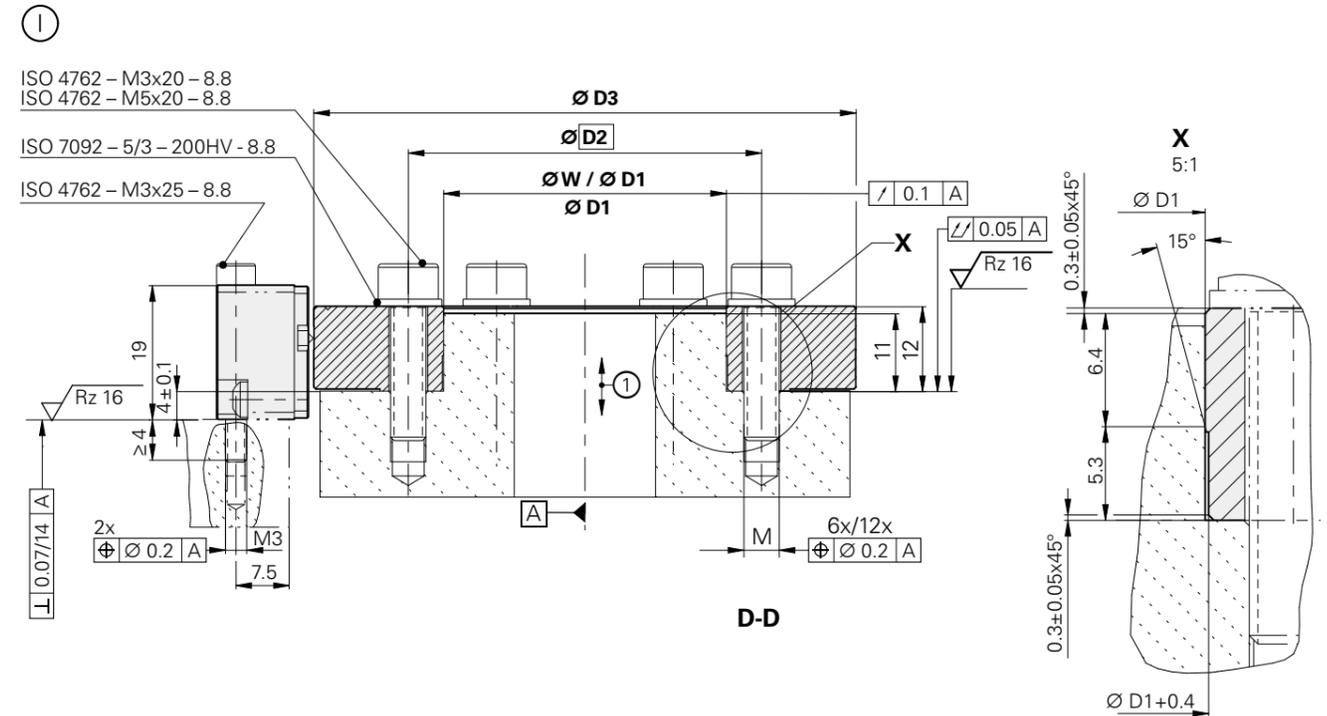
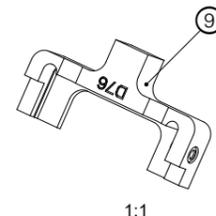
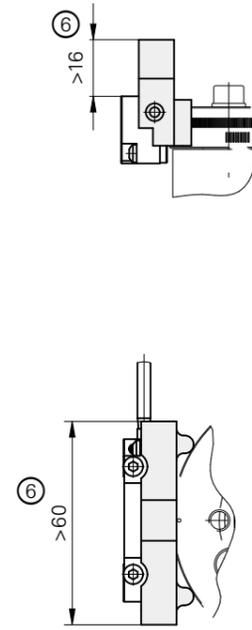
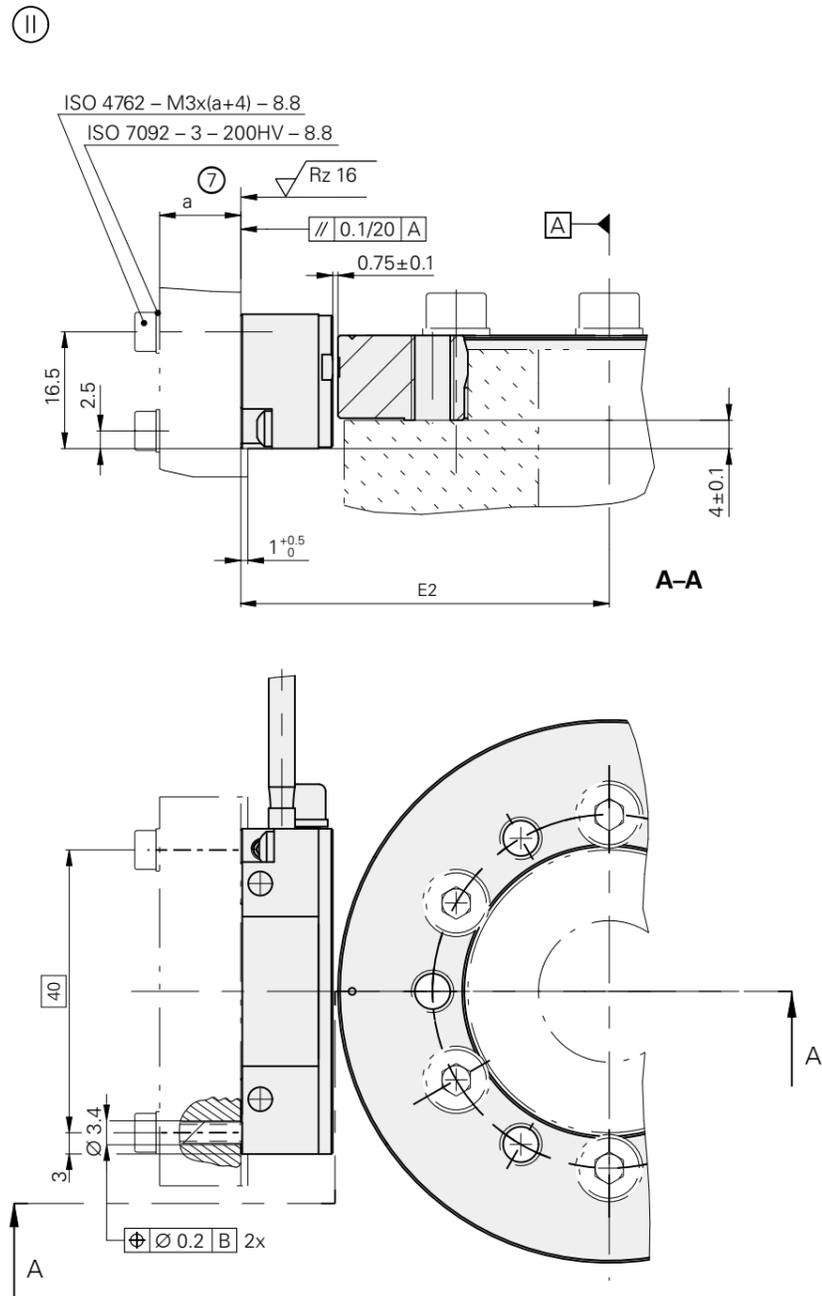
W1 = 機械的故障の除外なし
W2 = 機械的故障の除外あり

- 4 = インクリメンタル目盛トラック
- 5 = 原点目盛
- 6 = 取付け治具用のスペース
- 7 = 機械的故障の除外あり:
a = 11.5 mm ±0.1 mm
- 8 = 信号品質表示LED

- 9 = 取付け治具(別売アクセサリ)
- 10 = はめ合い径の真円度
- 11 = アンダーカットの設計案
- 12 = 取外し用タップ、ドラム固定禁止位置

ERA 4202 C

寸法



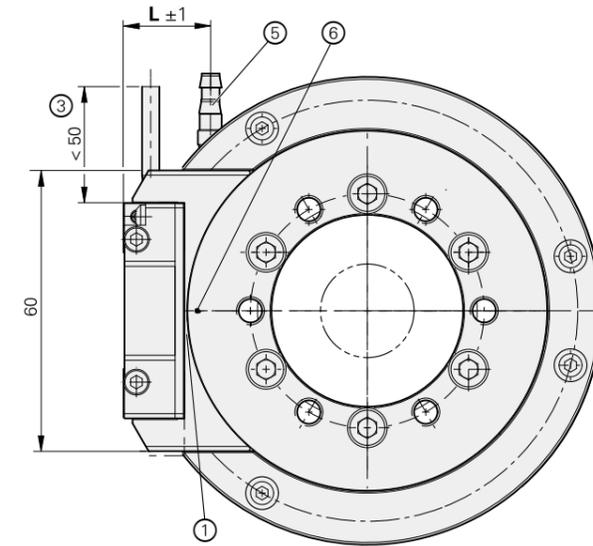
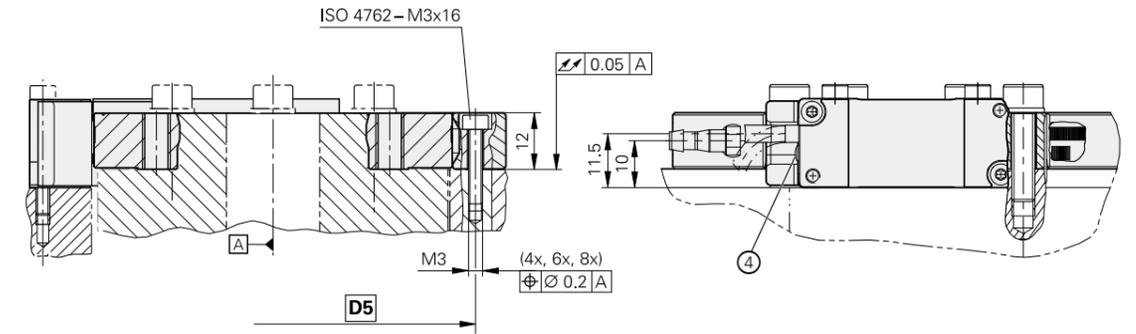
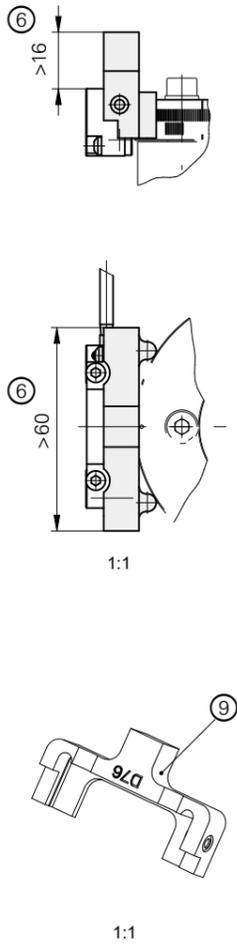
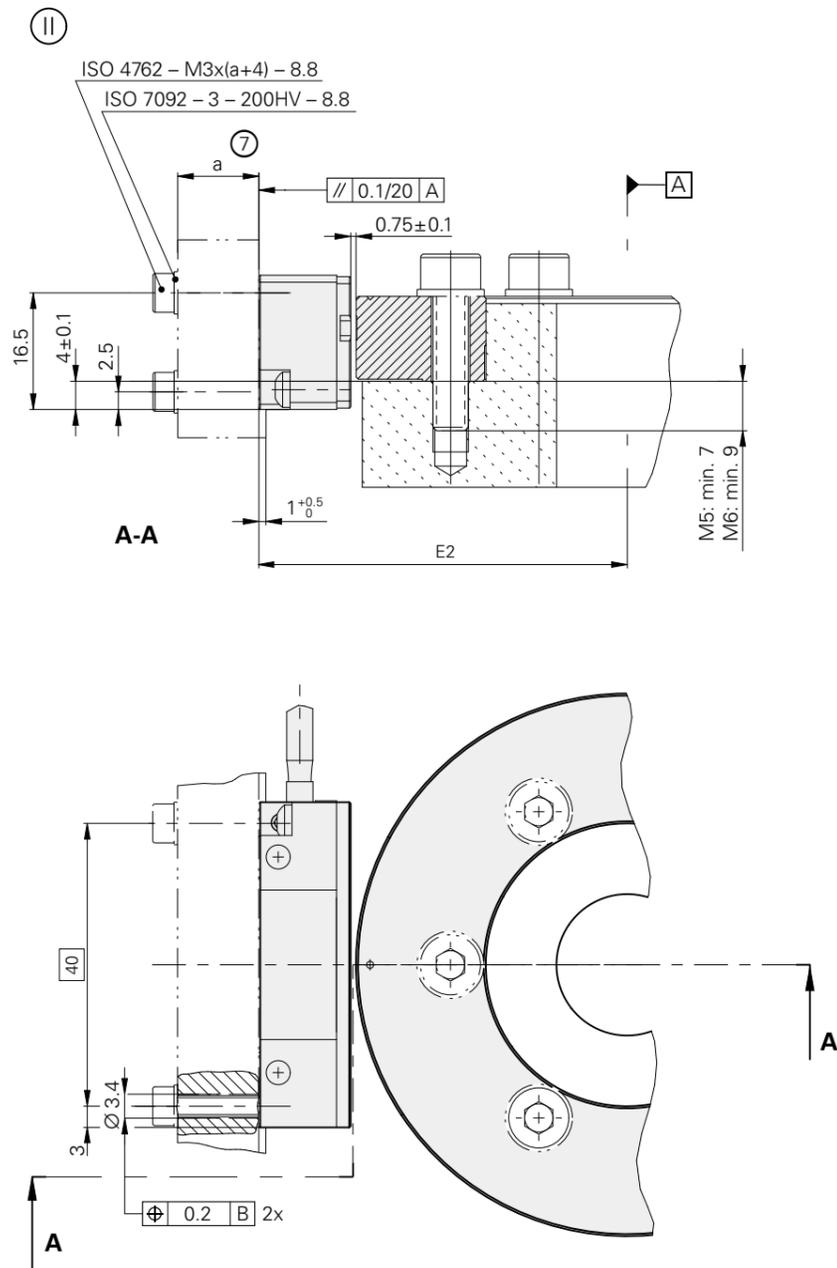
D1	W1	W2	RW	D2	D3	E1	E2	α	M	G
Ø 40 -0.001/-0.005	Ø 40 +0.004	Ø 40 +0.004/+0.000	0.001	Ø 50	Ø 76.75	49.38	52.13	6x60°	6x M5	6x M6
Ø 70 -0.001/-0.005	Ø 70 +0.005	Ø 70 +0.007/+0.002	0.001	Ø 85	Ø 104.63	63.32	66.07	6x60°	6x M5	6x M6
Ø 80 -0.001/-0.005	Ø 80 +0.006	Ø 80 +0.009/+0.003	0.0015	Ø 95	Ø 127.64	74.82	77.57	6x60°	6x M5	6x M6
Ø 120 -0.001/-0.008	Ø 120 +0.008	Ø 120 +0.040/+0.022	0.002	Ø 140	Ø 178.55	100.27	103.02	6x60°	6x M5	6x M6
Ø 150 -0.001/-0.008	Ø 150 +0.008	Ø 150 +0.046/+0.028	0.002	Ø 165	Ø 208.89	115.44	118.19	6x60°	6x M5	6x M6
Ø 180 -0.001/-0.008	Ø 180 +0.010	Ø 180 +0.050/+0.030	0.003	Ø 200	Ø 229.46	125.73	128.48	6x60°	6x M5	6x M6
Ø 180 -0.001/-0.008	Ø 180 +0.010	Ø 180 +0.050/+0.030	0.003	Ø 200	Ø 254.93	138.46	141.21	6x60°	6x M5	6x M6
Ø 270 0/-0.01	Ø 270 +0.012	Ø 270 +0.067/+0.044	0.003	Ø 290	Ø 331.31	176.65	179.40	12x30°	12x M5	12x M6
Ø 425 0/-0.01	Ø 425 +0.015	Ø 425 +0.094/+0.067	0.006	Ø 445	Ø 484.07	253.04	255.79	12x30°	12x M6	12x M6
Ø 512 0/-0.015	Ø 512 +0.016	Ø 512 +0.109/+0.076	0.007	Ø 528	Ø 560.46	291.23	293.98	18x20°	18x M6	12x M8

mm
 公差 ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

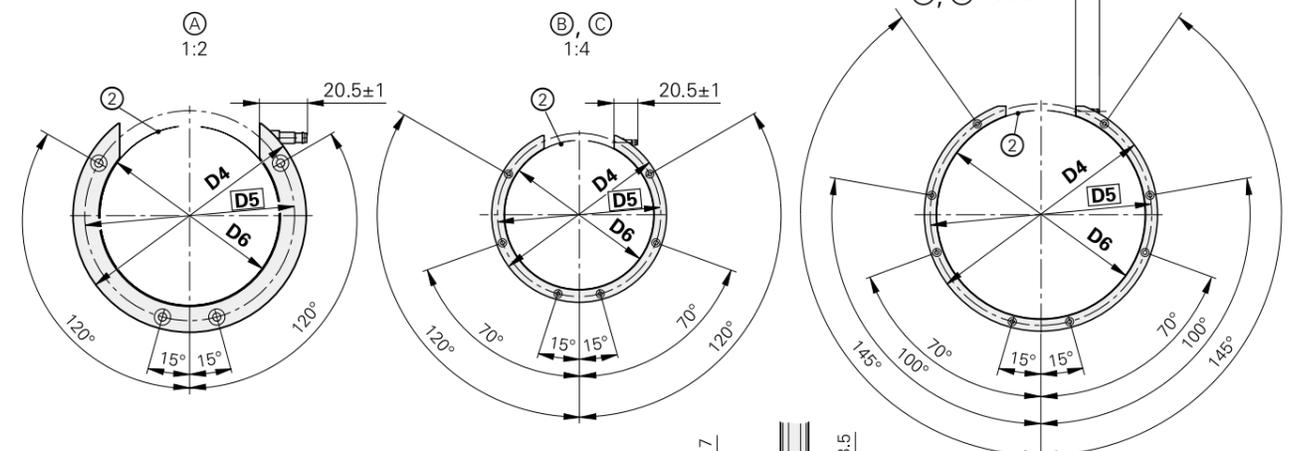
- ①, ② = 取付け方法
- ☐ = 機械側回転中心
- W = 取付け軸直径
- 1 = シャフトの許容軸方向ずれ: ≤ ±0.5 mm
- 2 = ケーブル支持
- 3 = 正回転方向
- 4 = インクリメンタル目盛トラック
- 5 = 原点目盛
- 6 = 取付け治具用のスペース
- 7 = 機械的故障の除外あり
a = 11.5 mm ±0.1 mm
- 8 = 信号品質表示LED
- 9 = 取付け治具(別売アクセサリ)
- 10 = スケールドラム芯振れ調整用のマーク
(120°間隔、3箇所)

ERA 4480 C

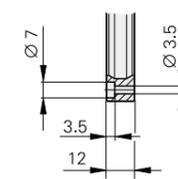
圧縮空気カバー付



- ⊙ ... ⊙ = 圧縮空気カバーバージョン
- ⊠ = 機械側回転中心
- 1 = 取付けクリアランス: 0.15 mm (走査ヘッド)
- 2 = 取付けクリアランス: 0.15 mm (圧縮空気カバー)
- 3 = ケーブル支持
- 4 = 信号品質表示LED
- 5 = 圧縮空気用エアニップル
- 6 = 原点位置



	D3	D4	D5	D6	L
Ⓐ	∅ 76.75	∅ 100	∅ 90	∅ 77.2	18.6
Ⓑ	∅ 104.63	∅ 127	∅ 117	∅ 105.2	16.5
Ⓒ	∅ 127.64	∅ 150	∅ 140	∅ 128.2	15.5
Ⓓ	∅ 178.55	∅ 200	∅ 190	∅ 179.1	14.5
Ⓔ	∅ 208.89	∅ 232	∅ 222	∅ 209.4	13.2
Ⓕ	∅ 254.93	∅ 278	∅ 268	∅ 255.6	12.7
Ⓖ	∅ 331.31	∅ 354	∅ 344	∅ 332	12.1



D1	W	D2	D3	E1	E2	α	M
∅ 40 +0.05/+0.07	∅ ≤40	∅ 50	∅ 76.75	49.38	52.13	6x60°	6x M5
∅ 70 +0.05/+0.07	∅ ≤70	∅ 85	∅ 104.63	63.32	66.07	6x60°	6x M5
∅ 80 +0.05/+0.07	∅ ≤80	∅ 95	∅ 127.64	74.82	77.57	6x60°	6x M5
∅ 120 +0.05/+0.07	∅ ≤120	∅ 140	∅ 178.55	100.27	103.02	6x60°	6x M5
∅ 150 +0.05/+0.07	∅ ≤150	∅ 165	∅ 208.89	115.44	118.19	6x60°	6x M5
∅ 180 +0.05/+0.07	∅ ≤180	∅ 200	∅ 254.93	138.46	141.21	6x60°	6x M5
∅ 185 +0.05/+0.07	∅ ≤185	∅ 197	∅ 208.89	115.44	118.19	12x30°	12x M3
∅ 150 +0.05/+0.07	∅ ≤150	∅ 163	∅ 178.55	100.27	103.02	12x30°	12x M3
∅ 210 +0.05/+0.07	∅ ≤210	∅ 230	∅ 254.93	138.46	141.21	12x30°	12x M3
∅ 270 +0.05/+0.07	∅ ≤270	∅ 290	∅ 331.31	176.65	179.40	12x30°	12x M5

詳細情報:
CADデータは cad.heidenhain.com からダウンロード可能です

ECM 2400 シリーズ

磁気走査方式絶対角度エンコーダ

- 走査ヘッドとスケールドラムで構成
- 安全アプリケーション対応バージョンも用意
- 耐環境性



走査ヘッド	AK ECM 2410 	AK ECM 2490 F	AK ECM 2490 M
インターフェース	EnDat 2.2	ファンックシリアルインターフェース、 αiインターフェース	三菱高速シリアルインターフェース
区分	EnDat22	αiインターフェース	Mit03-4
クロック周波数	≤ 16 MHz	-	-
計算時間 t_{cal}	≤ 5 μs	-	-
機能安全 以下条件で適用が可能	<ul style="list-style-type: none"> • SIL 2 (EN 61508, IEC 61800-5-3) • カテゴリ3、パフォーマンスレベル“d” (EN ISO 13849-1:2015) 	-	-
時間あたりの故障発生確率(PFH)	≤ 25 · 10 ⁻⁹ (ただし、設置場所は海拔6000 m以下)	-	-
電氣的接続	ケーブル(1 m)、8ピンM12カップリング(オス)付		
ケーブル長 ¹⁾	≤ 30 m		
供給電圧	DC 3.6 V ~ 14 V		
消費電力(最大)	3.6 Vにおいて: 1.1 W 14 Vにおいて: 1.3 W		
消費電流(標準値)	5 Vにおいて: < 200 mA (負荷なし)		
振動 55 Hz ~ 2000 Hz 衝撃 6 ms 機械的故障の除外あり 機械的故障の除外なし	≤ 400 m/s ² (IEC 60068-2-6) ≤ 400 m/s ² (IEC 60068-2-27) ≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)		
使用温度	-10 °C ~ 80 °C		
保護等級IEC 60529	IP67		
質量	走査ヘッド ケーブル M23カップリング	≈ 40 g (ケーブル含まず) ≈ 35 g/m ≈ 15 g	

¹⁾ ハイデンハインケーブル使用時、
クロック周波数 ≤ 8 MHz

スケールドラム	TTR ECM 2400 目盛間隔 ≈ 400 μm						
目盛本体 熱膨張係数	スチール製ドラム $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$						
信号周期/回転	900	1024	1200	1400	1696	2048	2600
ドラム内径*	70 mm	80 mm/95 mm	105 mm/120 mm	130 mm	160 mm	180 mm	260 mm
ドラム外径*	113.16 mm	128.75 mm	150.88 mm	176.03 mm	213.24 mm	257.50 mm	326.90 mm
目盛精度	±8"	±7"	±6"/±8"	±5.5"	±4.5"	±4"	±3.5"
1信号周期あたりの内挿精度	±9"	±8"	±7"	±6"	±5"	±4"	±3"
位置値/回転	8 388 608 (23 ビット)		16 777 216 (24 ビット)			33 554 432 (25 ビット)	
測定分解能	0.154"		0.077"			0.039"	
安全測定分解能	0.7°(9 ビット)		0.35°(10 ビット)			0.18°(11 ビット)	
安全位置 ^{1) 2)}	1.76°		0.88°			0.44°	
機械的許容回転数	≤ 14 500 rpm	≤ 13 000 rpm/ ≤ 12 500 rpm	≤ 10 500 rpm	≤ 9 000 rpm	≤ 7 000 rpm	≤ 6 000 rpm	≤ 4 500 rpm
最大角加速度	9 000 rad/s ²	6 000 rad/s ² / 9 000 rad/s ²	4 900 rad/s ² / 7 000 rad/s ²	3 300 rad/s ²	1 900 rad/s ²	820 rad/s ²	560 rad/s ²
電氣的許容回転数	≤ 29 000 rpm	≤ 25 000 rpm	≤ 21 500 rpm	≤ 18 500 rpm	≤ 15 000 rpm	≤ 12 500 rpm	≤ 10 000 rpm
慣性モーメント	$1.5 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$2.6 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$ / $2.1 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$4.4 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$ / $3.4 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$7.4 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$16 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$37 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$76 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
許容軸方向ずれ	≤ ±0.75 mm						
質量	≈ 0.69 kg	≈ 0.89 kg/ ≈ 0.65 kg	≈ 1.0 kg/ ≈ 0.72 kg	≈ 1.2 kg	≈ 1.8 kg	≈ 3.0 kg	≈ 3.5 kg

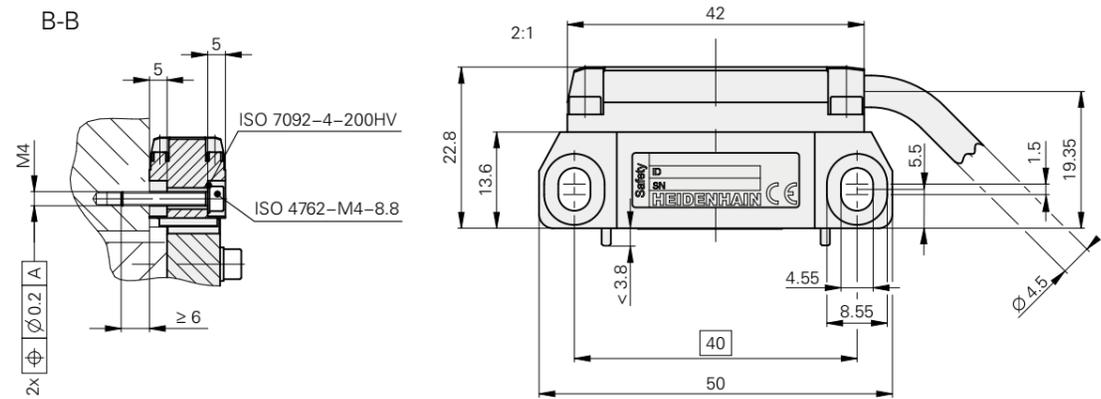
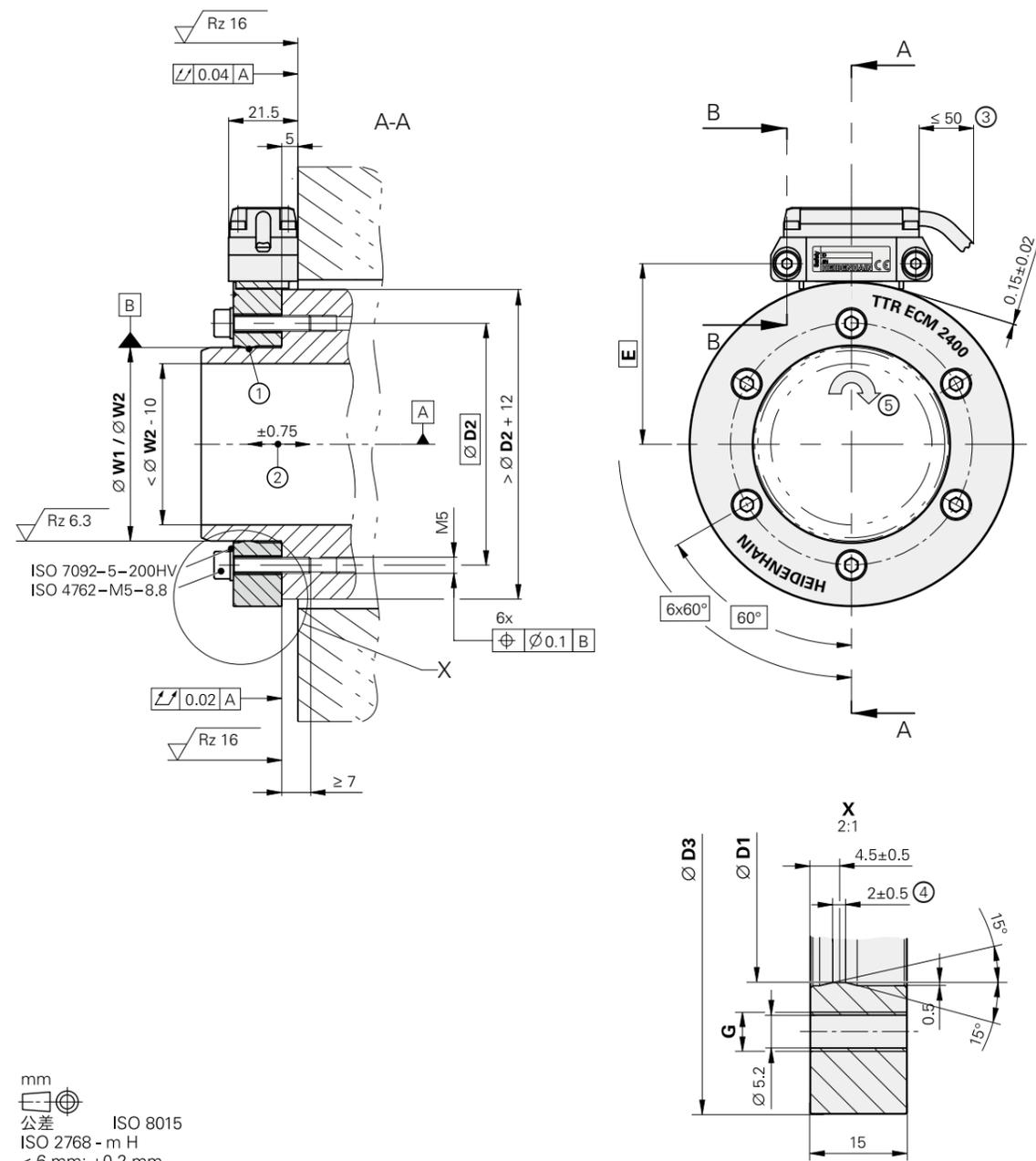
* 注文時にご指定ください

¹⁾ 位置値比較後に後続電子機器内で偏差が発生する可能性があります(機器メーカーにお問い合わせください)。

²⁾ 機械的接続: 走査ヘッドとスケールドラム間の緩みに関する故障除外。機能安全を参照してください。

ECM 2400

寸法



	D1	W1	W2	D2	D3	E	G
TTR ECM 2400	∅ 70 +0/-0.008	∅ 70 +0.010/+0.002	∅ 70 +0.019/+0.011	∅ 85	∅ 113.16	62.3	6x M6
	∅ 80 +0/-0.008	∅ 80 +0.010/+0.002	∅ 80 +0.022/+0.014	∅ 95	∅ 128.75	70.1	6x M6
	∅ 95 +0/-0.010	∅ 95 +0.013/+0.003	∅ 95 +0.029/+0.019	∅ 110	∅ 128.75	70.1	6x M6
	∅ 105 +0/-0.010	∅ 105 +0.013/+0.003	∅ 105 +0.031/+0.021	∅ 120	∅ 150.88	81.2	6x M6
	∅ 130 +0/-0.012	∅ 130 +0.015/+0.003	∅ 130 +0.041/+0.029	∅ 145	∅ 176.03	93.7	6x M6
	∅ 160 +0/-0.012	∅ 160 +0.015/+0.003	∅ 160 +0.049/+0.037	∅ 175	∅ 213.24	112.3	6x M6
	∅ 180 +0/-0.012	∅ 180 +0.015/+0.003	∅ 180 +0.055/+0.043	∅ 195	∅ 257.50	134.5	6x M6
	∅ 260 +0/-0.016	∅ 260 +0.020/+0.004	∅ 260 +0.082/+0.066	∅ 275	∅ 326.90	169.2	6x M6

mm
公差 ISO 8015
ISO 2768 - m H
< 6 mm: ±0.2 mm

W1 = 機械的故障の除外なし
W2 = 機械的故障の除外あり

- ⊕ = 機械側回転中心
- 1 = 軸のはめあい、全面に接していることを確認してください
- 2 = 取付け側軸の軸方向公差
- 3 = ケーブル支持
- 4 = 芯出しカラー
- 5 = 位置値を得るためのシャフトの回転方向

ERM 2200/2400/2900シリーズ

磁気走査方式インクリメンタル角度エンコーダ

- 走査ヘッドとスケールドラムで構成
- 精度と回転速度に応じて各種目盛間隔を用意
- 回転軸、スピンドル軸用のスケールドラムを用意
- 豊富な種類のドラム径を用意



ERM 2200



ERM 2900

走査ヘッド	目盛間隔 ≈ 200 μm			目盛間隔 ≈ 400 μm			目盛間隔 ≈ 1000 μm
	AK ERM 2280	AK ERM 2283	AK ERM 2293 M	AK ERM 2480	AK ERM 2420	AK ERM 2410	AK ERM 2980
インターフェース	〜 1 V _{PP}			〜 1 V _{PP}	TTL x 1、TTL x 2	EnDat 2.2 ²⁾³⁾	〜 1 V _{PP}
カットオフ周波数 (-3dB)	≥ 300 kHz			≥ 300 kHz	-	-	≥ 300 kHz
走査周波数	-			-	≥ 350 kHz	-	-
分割倍率	-			-			16384 (14 ビット)
クロック周波数	-			-			≤ 8 MHz
計算時間 t _{cal}	-			-			≤ 5 μs
電氣的接続	ケーブル(1 m)、12ピンM23 カップリング付 もしくはなし	ケーブル(1 m)、12ピンM23 カップリング付 もしくは12ピンM12 カップリング付	ケーブル(1 m)、8ピンM12 カップリング付	ケーブル(1 m)、12ピンM23カップリング付 もしくはなし	ケーブル(1 m)、8ピンM12 カップリング付		ケーブル(1 m)、12ピンM23 カップリング付 もしくはなし
ケーブル方向	接線方向、左もしくは右			接線方向、左もしくは右、軸方向		接線方向、右	接線方向、左もしくは右、軸方向
供給電圧	DC 5 V ±0.5 V		DC 3.6 V ~ 14 V	DC 5 V ±0.5 V		DC 3.6 V ~ 14 V	DC 5 V ±0.5 V
消費電流 (標準値)	≤ 150 mA (負荷なし)	≤ 35 mA (負荷なし)	≤ 90 mA (負荷なし)	≤ 150 mA (負荷なし)		5 Vにおいて: ≤ 90 mA (負荷なし)	≤ 150 mA (負荷なし)
消費電力 (最大)			3.6 Vにおいて: 1080 mW 14 Vにおいて: 1300 mW			3.6 Vにおいて: 1080 mW 14 Vにおいて: 1300 mW	
ケーブル長 ¹⁾	≤ 150 m		≤ 30 m	≤ 150 m	≤ 100 m	≤ 150 m	
振動 55 Hz ~ 2000 Hz	≤ 400 m/s ² (IEC 60068-2-6)		≤ 300 m/s ² (IEC 60068-2-6)	≤ 400 m/s ² (IEC 60068-2-6)		≤ 300 m/s ² (IEC 60068-2-6)	≤ 400 m/s ² (IEC 60068-2-6)
衝撃 6 ms	≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)		≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)	≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)		≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)	≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)
衝撃: 6 ms、機械的接続の緩みに関する故障除外	≤ 400 m/s ² (IEC 60068-2-27)		≤ 400 m/s ² (IEC 60068-2-27)	≤ 400 m/s ² (IEC 60068-2-27)		≤ 400 m/s ² (IEC 60068-2-27)	≤ 400 m/s ² (IEC 60068-2-27)
使用温度	-10 °C ~ 60 °C			-10 °C ~ 100 °C			
保護等級 IEC 60529	IP67						
質量	走査ヘッド	≈ 30 g (ケーブル含まず)					
	ケーブル	≈ 37 g/m					
	M23カップリング	≈ 50 g					
	M12カップリング	≈ 15 g					

¹⁾ ハイデンハイン製ケーブル使用時

²⁾ 2つの原点を通過することで絶対位置値を確立

³⁾ インクリメンタルエンコーダでEnDat 2.2をご使用になる場合には、制御装置メーカーにお問い合わせください。

スケールドラム											
TTR ERM 2200 TTR ERM 2203 目盛間隔 $\approx 200 \mu\text{m}$											
目盛本体 熱膨張係数	スチール製ドラム $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$										
信号周期/回転	1024	1200	1440	1800	2048	2400	2800	3392	4096	5200	7200
ドラム内径*	40 mm	40 mm/55 mm	55 mm	70 mm	80 mm/95 mm	105 mm/120 mm	130 mm/140 mm	160 mm	180 mm/220 mm	260 mm/295 mm	380 mm/410 mm
ドラム外径*	64.37 mm	75.44 mm	90.53 mm	113.16 mm	128.75 mm	150.88 mm	176.03 mm	213.24 mm	257.50 mm	326.90 mm	452.64 mm
目盛精度 TTR ERM 2200 TTR ERM 2203	$\pm 12''$ $\pm 8''$	$\pm 10''$ $\pm 6.5''$	$\pm 8.5''$ $\pm 5.5''$	$\pm 7''$ $\pm 4.5''$	$\pm 6''$ $\pm 4''$	$\pm 5.5''/7''$ $\pm 3.5''/5.5''$	$\pm 5''/6''$ $\pm 3.5''/5''$	$\pm 4''$ $\pm 2.5''$	$\pm 3.5''/4.5''$ $\pm 2''/3.5''$	$\pm 3''/4''$ $\pm 1.5''/3''$	$\pm 2.5''/3.5''$ -/-
1信号周期あたりの 内挿精度 TTR ERM 2200 TTR ERM 2203	$\pm 9''$ $\pm 4.5''$	$\pm 8''$ $\pm 4''$	$\pm 6.5''$ $\pm 3.5''$	$\pm 5.5''$ $\pm 3''$	$\pm 4.5''$ $\pm 2.5''$	$\pm 4''$ $\pm 2''$	$\pm 4''$ $\pm 2''$	$\pm 3''$ $\pm 1.5''$	$\pm 2.5''$ $\pm 1.5''$	$\pm 2''$ $\pm 1''$	$\pm 1.5''$ -/-
原点	1個または絶対番地化原点										
機械的許容回転数	$\leq 22000 \text{ rpm}$	$\leq 19000 \text{ rpm}/$ $\leq 18000 \text{ rpm}$	$\leq 18500 \text{ rpm}$	$\leq 14500 \text{ rpm}$	$\leq 13000 \text{ rpm}/$ $\leq 12500 \text{ rpm}$	$\leq 10500 \text{ rpm}$	$\leq 9000 \text{ rpm}/$ $\leq 8500 \text{ rpm}$	$\leq 7000 \text{ rpm}$	$\leq 6000 \text{ rpm}$	$\leq 4500 \text{ rpm}$	$\leq 3000 \text{ rpm}$
最大角加速度 ¹⁾	50000 rad/s^2	$27000 \text{ rad/s}^2/$ 48000 rad/s^2	20000 rad/s^2	9000 rad/s^2	$6000 \text{ rad/s}^2/$ 9000 rad/s^2	$4900 \text{ rad/s}^2/$ 7000 rad/s^2	$3300 \text{ rad/s}^2/$ 4400 rad/s^2	1900 rad/s^2	$820 \text{ rad/s}^2/$ 1800 rad/s^2	$560 \text{ rad/s}^2/$ 1300 rad/s^2	$570 \text{ rad/s}^2/$ 960 rad/s^2
慣性モーメント	$0.15 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.32 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2/$ $0.24 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.63 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$1.5 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$2.6 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2/$ $2.1 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$4.4 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2/$ $3.4 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$7.4 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2/$ $6.3 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$16 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$37 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2/$ $23 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$76 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2/$ $42 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$240 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2/$ $150 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
許容軸方向ずれ	$\leq \pm 1.25 \text{ mm}$										
質量	$\approx 0.21 \text{ kg}$	$\approx 0.35 \text{ kg}/$ $\approx 0.22 \text{ kg}$	$\approx 0.44 \text{ kg}$	$\approx 0.69 \text{ kg}$	$\approx 0.89 \text{ kg}/$ $\approx 0.65 \text{ kg}$	$\approx 1.0 \text{ kg}/$ $\approx 0.72 \text{ kg}$	$\approx 1.2 \text{ kg}/$ $\approx 0.99 \text{ kg}$	$\approx 1.8 \text{ kg}$	$\approx 3.0 \text{ kg}/$ $\approx 1.6 \text{ kg}$	$\approx 3.5 \text{ kg}/$ $\approx 1.7 \text{ kg}$	$\approx 5.4 \text{ kg}/$ $\approx 3.2 \text{ kg}$

* 注文時にご指定ください

¹⁾ 機械的接続の緩みに関する故障除外

スケールドラム	TTR ERM 2400 目盛間隔 ≈ 400 μm												
目盛本体 熱膨張係数	スチール製ドラム $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$												
信号周期/回転	512	600	720	900	1024	1200	1400	1696	2048	2600	3600	3850	4800
ドラム内径*	40 mm	40 mm/55 mm	55 mm	70 mm	80 mm /95 mm	105 mm /120 mm	130 mm/140 mm	160 mm	180 mm/220 mm	260 mm/295 mm	380 mm/410 mm	450 mm	512 mm
ドラム外径*	64.37 mm	75.44 mm	90.53 mm	113.16 mm	128.75 mm	150.88 mm	176.03 mm	213.24 mm	257.50 mm	326.90 mm	452.64 mm	484.07 mm	603.52 mm
目盛精度	±13"	±11"	±10"	±8"	±7"	±6"/8"	±5.5"/7"	±4.5"	±4"/5"	±3.5"/4"	±3"/3.5"	±3.5"	±3"
1信号周期あたりの内挿精度	±18"	±15.5"	±13"	±10.5"	±9"	±8"	±6.5"	±5.5"	±4.5"	±3.5"	±3"	±2.5"	±2"
原点	1個または絶対番地化原点												
機械的許容回転数	≤ 22000 rpm	≤ 19000 rpm/ ≤ 18000 rpm	≤ 18500 rpm	≤ 14500 rpm	≤ 13000 rpm/ ≤ 12500 rpm	≤ 10500 rpm	≤ 9000 rpm/ ≤ 8500 rpm	≤ 7000 rpm	≤ 6000 rpm	≤ 4500 rpm	≤ 3000 rpm	≤ 3000 rpm	≤ 1600 rpm
最大角加速度 ¹⁾	50000 rad/s ²	27000 rad/s ² / 48000 rad/s ²	20000 rad/s ²	9000 rad/s ²	6000 rad/s ² / 9000 rad/s ²	4900 rad/s ² / 7000 rad/s ²	3300 rad/s ² / 4400 rad/s ²	1900 rad/s ²	820 rad/s ² / 1800 rad/s ²	560 rad/s ² / 1300 rad/s ²	570 rad/s ² / 960 rad/s ²	470 rad/s ²	230 rad/s ²
慣性モーメント	$0.15 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$0.32 \cdot 10^{-3}$ kgm ² / $0.24 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$0.63 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$1.5 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$2.6 \cdot 10^{-3}$ kgm ² / $2.1 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$4.4 \cdot 10^{-3}$ kgm ² / $3.4 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$7.4 \cdot 10^{-3}$ kgm ² / $6.3 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$16 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$37 \cdot 10^{-3}$ kgm ² / $23 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$76 \cdot 10^{-3}$ kgm ² / $42 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$235 \cdot 10^{-3}$ kgm ² / $151 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$153 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$713 \cdot 10^{-3}$ kgm ²
許容軸方向ずれ	≤ ±1.25 mm												
質量	≈ 0.21 kg	≈ 0.35 kg/ ≈ 0.22 kg	≈ 0.44 kg	≈ 0.69 kg	≈ 0.89 kg/ ≈ 0.65 kg	≈ 1.0 kg/ 0.72 kg	≈ 1.2 kg/ ≈ 0.99 kg	≈ 1.8 kg	≈ 3.0 kg/ ≈ 1.6 kg	≈ 3.5 kg/ ≈ 1.7 kg	≈ 5.4 kg/ ≈ 3.2 kg	≈ 2.8 kg	≈ 9.1 kg

* 注文時にご指定ください

¹⁾ 機械的接続の緩みに関する故障除外

スケールドラム	TTR ERM 2404 目盛間隔 ≈ 400 μm					
目盛本体 熱膨張係数	スチール製ドラム $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$					
信号周期/回転	360	400	512	600	900	1024
ドラム内径*	30 mm	30 mm	40 mm/55 mm	55 mm/60 mm	80 mm	100 mm
ドラム外径*	45.26 mm	50.29 mm	64.37 mm	75.44 mm	113.16 mm	128.75 mm
目盛精度	±24"	±21"	±17"	±14"	±10"	±9"
1信号周期あたりの内挿精度	±25.5"	±23"	±18"	±15.5"	±10.5"	±9"
原点	1個					
機械的許容回転数	≤ 60000 rpm	≤ 54000 rpm	≤ 42000 rpm ≤ 38000 rpm	≤ 36000 rpm ≤ 30000 rpm	≤ 22000 rpm	≤ 20000 rpm
慣性モーメント	$0.027 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.045 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.12 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2 /$ $0.06 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.19 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2 /$ $0.16 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$1.0 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$1.4 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
許容軸方向ずれ	≤ ±0.5 mm					
質量	≈ 0.07 kg	≈ 0.10 kg	≈ 0.16 kg/ ≈ 0.07 kg	≈ 0.17 kg/ ≈ 0.13 kg	≈ 0.42 kg	≈ 0.42 kg

スケールドラム	TTR ERM 2904 目盛間隔 ≈ 1000 μm				
目盛本体 熱膨張係数	スチール製ドラム $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$				
信号周期/回転	180	192	256	300	400
ドラム内径*	35 mm	40 mm	55 mm	60 mm	100 mm
ドラム外径*	54.43 mm	58.06 mm	77.41 mm	90.72 mm	120.96 mm
目盛精度	±72"	±68"	±51"	±44"	±33"
1信号周期あたりの内挿精度	±72"	±68"	±51"	±44"	±33"
原点	1個				
機械的許容回転数	≤ 50000 rpm	≤ 47000 rpm	≤ 35000 rpm	≤ 29000 rpm	≤ 16000 rpm
慣性モーメント	$0.06 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.07 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.22 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.45 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.93 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
許容軸方向ずれ	≤ ±0.5 mm				
質量	≈ 0.11 kg	≈ 0.11 kg	≈ 0.19 kg	≈ 0.30 kg	≈ 0.30 kg

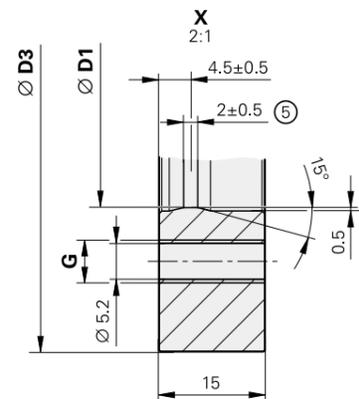
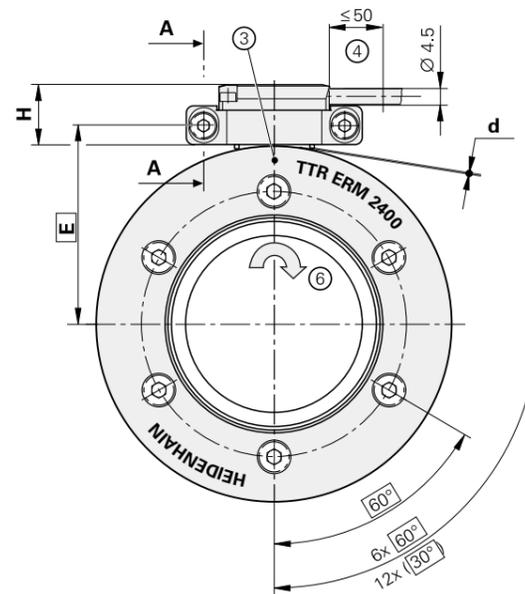
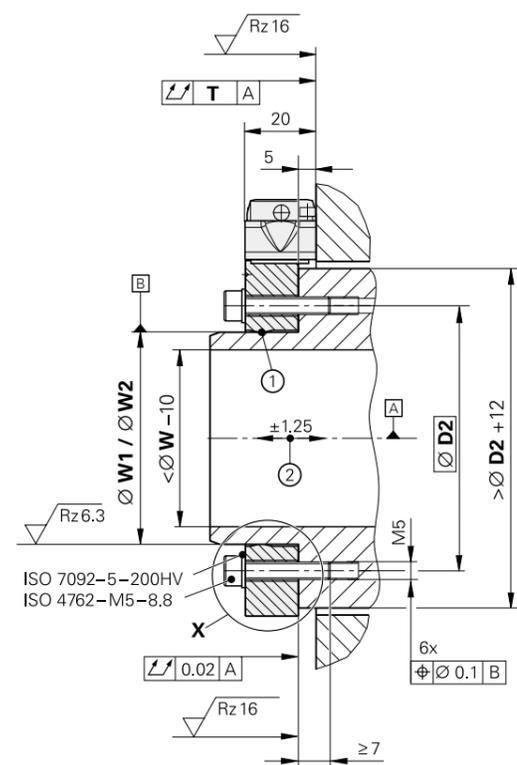
* 注文時にご指定ください

スケールドラム	TTR ERM 2405 目盛間隔 ≈ 400 μm	
目盛本体 熱膨張係数	スチール製ドラム $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	
信号周期/回転	512	600
ドラム内径*	40 mm	55 mm
ドラム外径*	64.37 mm	75.44 mm
目盛精度	±17"	±14"
1信号周期あたりの内挿精度	±18"	±15.5"
原点	1個	
機械的許容回転数	≤ 33000 rpm	≤ 27000 rpm
慣性モーメント	$0.11 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.16 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
許容軸方向ずれ	≤ ±0.5 mm	
質量	≈ 0.15 kg	≈ 0.14 kg

* 注文時にご指定ください

ERM 2200/2203/2400

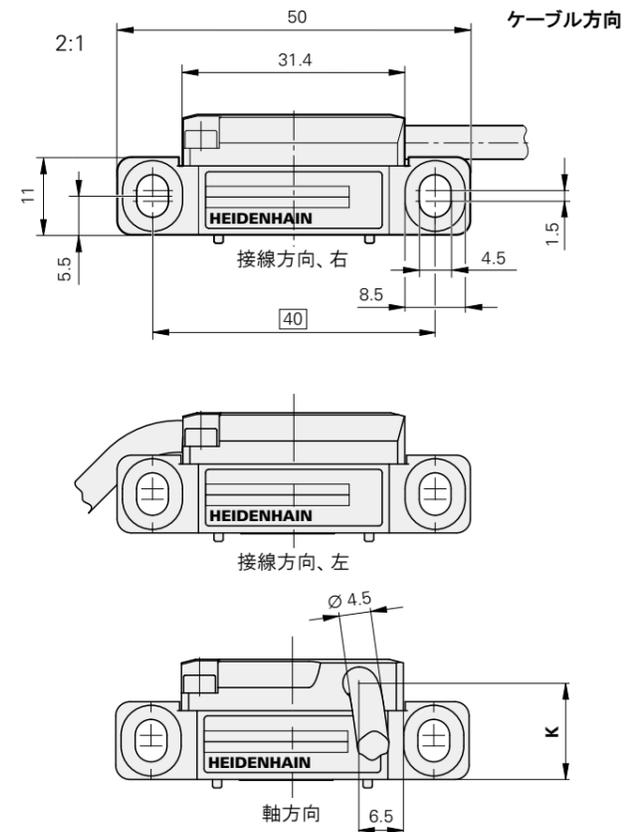
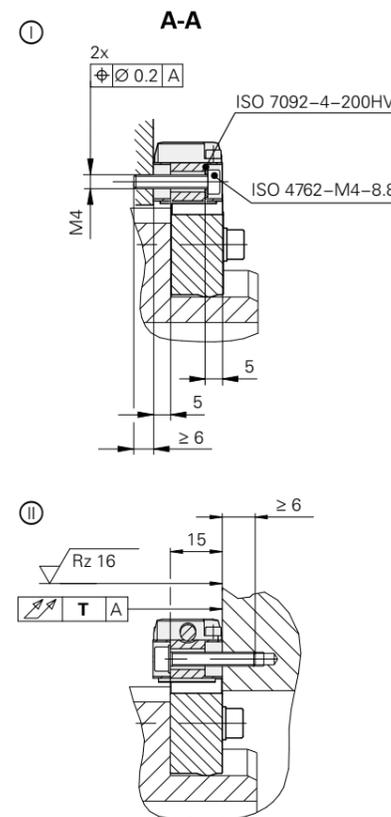
寸法



mm
公差 ISO 8015
ISO 2768-m H
< 6 mm: ±0.2 mm

- W1 = 機械的故障の除外なし
- W2 = 機械的故障の除外あり
- ①, ② = 走査ヘッドの取付け方法
- ☉ = 機械側回転中心
- 1 = 軸のはめあい、全面に接していることを確認してください
- 2 = 取付け側軸の軸方向公差
- 3 = 原点位置
- 4 = ケーブル支持
- 5 = 芯出しカラー
- 6 = 位置値を得るためのシャフトの回転方向

走査ヘッド	H	T	取付けクリアランス d (スペーサ)	K
AK ERM 2280/2283	17 mm	0.02 mm	0.05 mm	13.6 mm
AK ERM 2293	19.5 mm	0.02 mm	0.05 mm	15.9 mm
AK ERM 2420/2480	17 mm	0.04 mm	0.15 mm	13.6 mm
AK ERM 2410	19.5 mm	0.04 mm	0.15 mm	15.9 mm



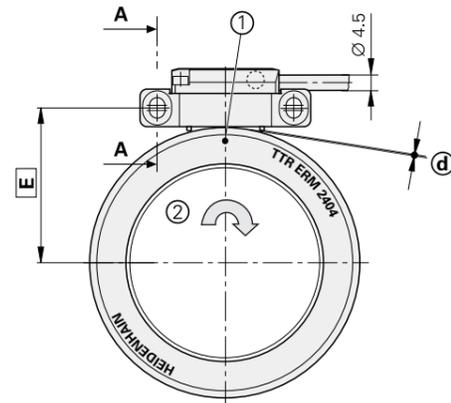
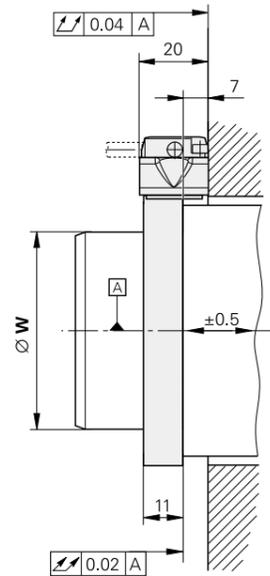
	D1	W1	W2	D2	D3	E	G
TTR ERM 2200	∅ 40 +0/-0.007	∅ 40 +0.009/+0.002	∅ 40 +0.010/+0.003	∅ 50	∅ 64.37	37.9	6x M6
TTR ERM 2203	∅ 40 +0/-0.007	∅ 40 +0.009/+0.002	∅ 40 +0.010/+0.003	∅ 50	∅ 75.44	43.4	6x M6
TTR ERM 2400	∅ 55 +0/-0.008	∅ 55 +0.010/+0.002	∅ 55 +0.015/+0.007	∅ 65	∅ 75.44	43.4	6x M6
	∅ 55 +0/-0.008	∅ 55 +0.010/+0.002	∅ 55 +0.015/+0.007	∅ 70	∅ 90.53	51.0	6x M6
	∅ 70 +0/-0.008	∅ 70 +0.010/+0.002	∅ 70 +0.019/+0.011	∅ 85	∅ 113.16	62.3	6x M6
	∅ 80 +0/-0.008	∅ 80 +0.010/+0.002	∅ 80 +0.022/+0.014	∅ 95	∅ 128.00	70.1	6x M6
	∅ 95 +0/-0.010	∅ 95 +0.013/+0.003	∅ 95 +0.029/+0.019	∅ 110	∅ 128.75	70.1	6x M6
	∅ 105 +0/-0.010	∅ 105 +0.013/+0.003	∅ 105 +0.031/+0.021	∅ 120	∅ 150.88	81.2	6x M6
	∅ 120 +0/-0.010	∅ 120 +0.013/+0.003	∅ 120 +0.036/+0.026	∅ 135	∅ 150.88	81.2	6x M6
	∅ 130 +0/-0.012	∅ 120 +0.015/+0.003	∅ 130 +0.041/+0.029	∅ 145	∅ 176.03	93.7	6x M6
	∅ 140 +0/-0.012	∅ 140 +0.015/+0.003	∅ 140 +0.044/+0.032	∅ 155	∅ 176.03	93.7	6x M6
	∅ 160 +0/-0.012	∅ 160 +0.015/+0.003	∅ 160 +0.049/+0.037	∅ 175	∅ 213.24	112.3	6x M6
	∅ 180 +0/-0.012	∅ 180 +0.015/+0.003	∅ 180 +0.055/+0.043	∅ 195	∅ 257.50	134.5	6x M6
	∅ 220 +0/-0.014	∅ 220 +0.018/+0.004	∅ 220 +0.069/+0.055	∅ 235	∅ 257.50	134.5	6x M6
	∅ 260 +0/-0.016	∅ 260 +0.020/+0.004	∅ 260 +0.082/+0.066	∅ 275	∅ 326.90	169.2	6x M6
	∅ 295 +0/-0.016	∅ 295 +0.020/+0.004	∅ 295 +0.093/+0.077	∅ 310	∅ 326.90	169.2	6x M6
	∅ 380 +0/-0.018	∅ 380 +0.022/+0.005	∅ 380 +0.119/+0.101	∅ 395	∅ 452.64	232.0	12x M6
	∅ 410 +0/-0.020	∅ 410 +0.025/+0.005	∅ 410 +0.130/+0.110	∅ 425	∅ 452.64	232.0	12x M6
	∅ 450 +0/-0.020	∅ 450 +0.025/+0.005	∅ 450 +0.142/+0.122	∅ 465	∅ 484.07	247.7	12x M6
	∅ 512 +0/-0.022	∅ 512 +0.027/+0.005	∅ 512 +0.161/+0.139	∅ 528	∅ 603.52	307.5	12x M6

詳細情報:

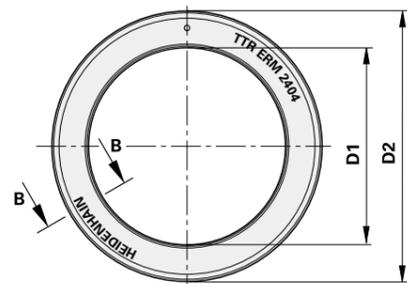
CADデータは cad.heidenhain.com からダウンロード可能です

ERM 2404/2405/2904

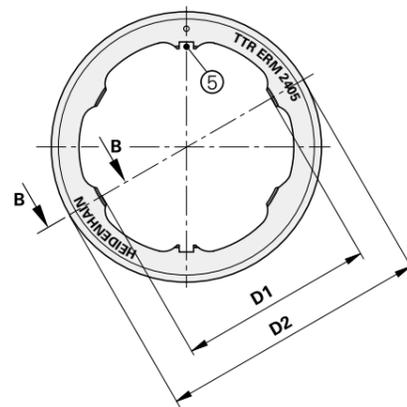
寸法



TTR ERM 2404
TTR ERM 2904

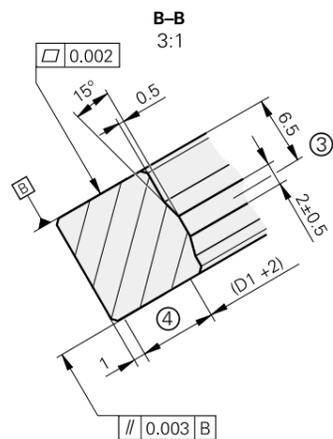
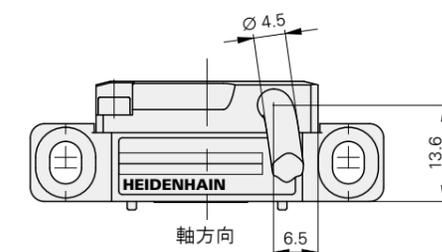
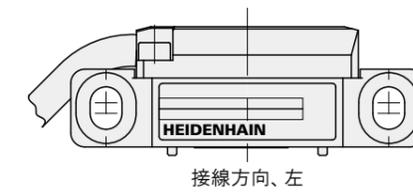
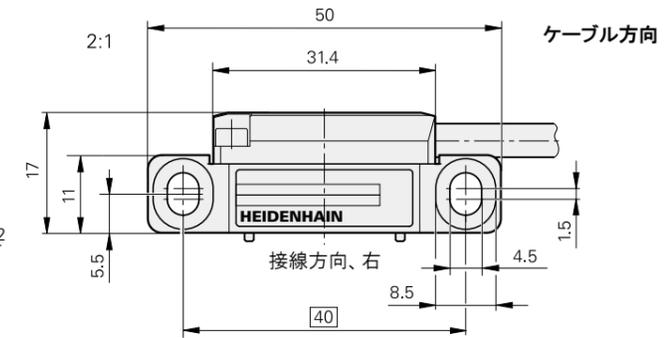
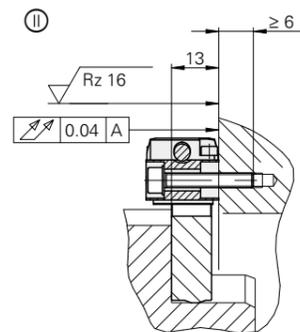
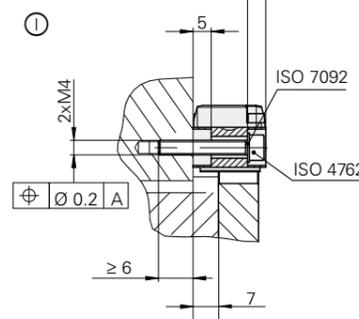


TTR ERM 2405



走査ヘッド	取付けクリアランス d (スパーサ)
AK ERM 2480	0.15 mm
AK ERM 2980	0.30 mm

AK ERM 2480
B-B



mm
公差 ISO 8015
ISO 2768 - m H
< 6 mm: ±0.2 mm

- ①, ② = 走査ヘッドの取付け方法
- ⊠ = 機械側回転中心
- 1 = 原点位置、関連する原点への位置許容範囲±5°
- 2 = 位置値を得るためのシャフトの回転方向
- 3 = 芯出しカラー
- 4 = 締付け部 (両面)
- 5 = 回転防止機構用キー溝 4 x 4 x 10 (DIN 6885 Form A)

	D1	W1	D2	E
TTR ERM 2404 TTR ERM 2405	Ø 30 +0.010/+0.002	Ø 30 +0/-0.006	Ø 45.26	28.3
	Ø 30 +0.010/+0.002	Ø 30 +0/-0.006	Ø 50.29	30.9
	Ø 40 +0.010/+0.002	Ø 40 +0/-0.006	Ø 64.37	37.9
	Ø 55 +0.010/+0.002	Ø 55 +0/-0.006	Ø 64.37	37.9
	Ø 55 +0.010/+0.002	Ø 55 +0/-0.006	Ø 75.44	43.4
	Ø 60 +0.010/+0.002	Ø 60 +0/-0.006	Ø 75.44	43.4
	Ø 80 +0.010/+0.002	Ø 80 +0/-0.006	Ø 113.16	62.3
	Ø 100 +0.010/+0.002	Ø 100 +0/-0.006	Ø 128.75	70.0
TTR ERM 2904	Ø 35 +0.010/+0.002	Ø 35 +0/-0.006	Ø 54.43	32.9
	Ø 40 +0.010/+0.002	Ø 40 +0/-0.006	Ø 58.06	34.7
	Ø 55 +0.010/+0.002	Ø 55 +0/-0.006	Ø 77.41	44.4
	Ø 60 +0.010/+0.002	Ø 60 +0/-0.006	Ø 90.72	51.1
	Ø 100 +0.010/+0.002	Ø 100 +0/-0.006	Ø 120.96	66.2

詳細情報:

CADデータは cad.heidenhain.com からダウンロード可能です

ERA 7000 シリーズ

- 高精度インクリメンタル角度エンコーダ
- 内径用組込み型スチール製スケールテープ
 - 全円周と部分角用(大口径対応)
 - 走査ヘッドとスケールテープで構成



ERA 7480



ERA 7481

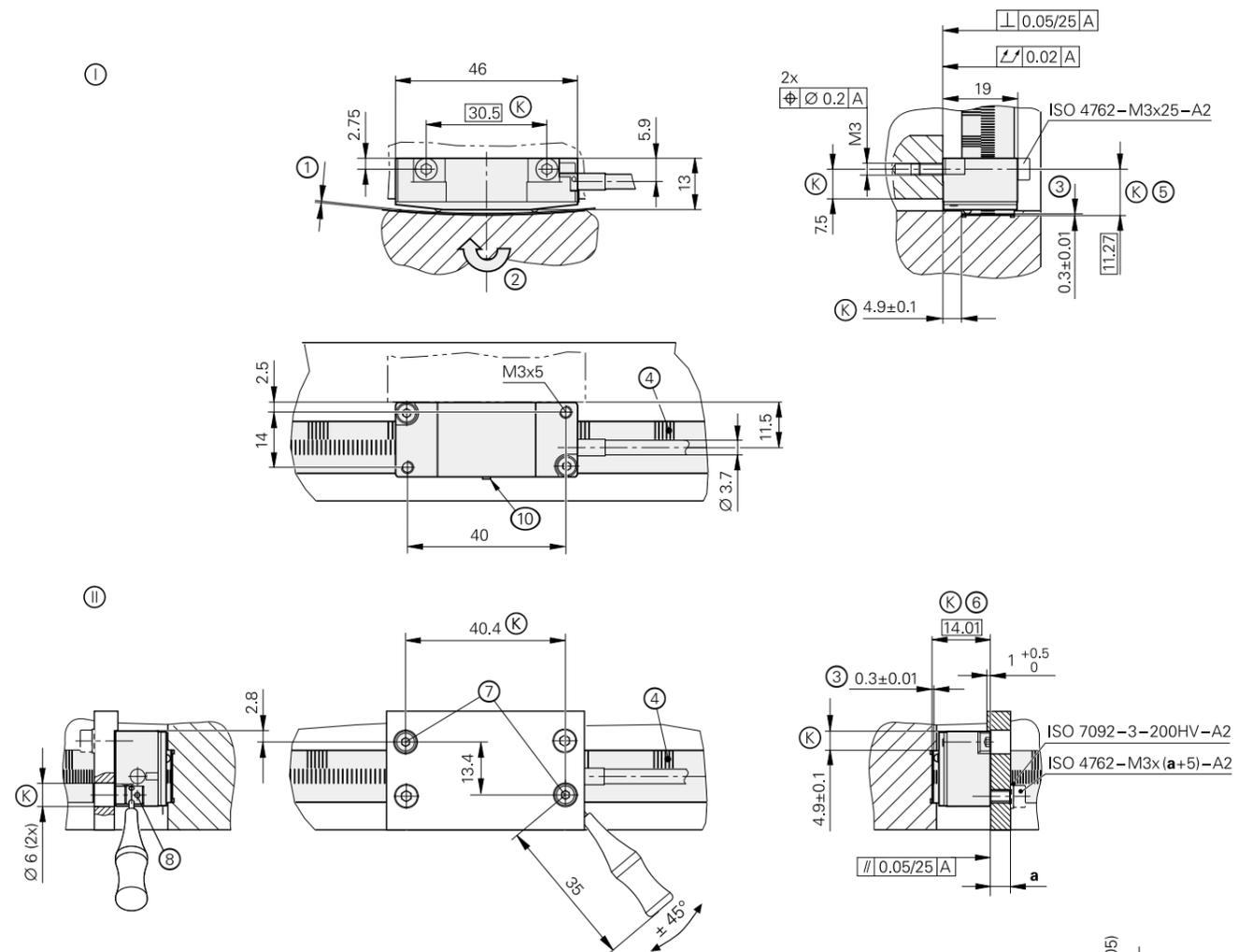
走査ヘッド	AK ERA 7480
インターフェース	〜 1 V _{PP}
カットオフ周波数-3 dB	≥ 350 kHz
電氣的接続	ケーブル1 m、12ピンM23カップリング付
ケーブル長	≤ 150 m (ハイデンハインケーブルを使用)
供給電圧	DC 5 V ±0.5 V
消費電流	< 100 mA (負荷なし)
振動55 ~ 2000 Hz 衝撃6 ms	≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)
使用温度	-10 °C ~ 80 °C
質量	≈ 20 g (ケーブル含まず)

スケールテープ	MSB ERA 7400 C 全円周測定用 MSB ERA 7401 C 部分角測定用		
目盛本体 目盛間隔 熱膨張係数	METALLUR目盛付きスチールテープ 40 μm $\alpha_{\text{therm}} \approx 10.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
目盛線本数 ¹⁾	36000	45000	90000
目盛精度 ²⁾	±3.9"	±3.2"	±1.6"
1信号周期あたりの内挿精度 ²⁾	±0.4"	±0.3"	±0.1"
目盛精度	±3 μm/m(スケールテープ全長において)		
原点	絶対番地化原点		
取付け軸直径*	全円周	573.20 mm	1146.10 mm
	部分角	≥ 400 mm	
機械的許容回転数	≤ 250 rpm	≤ 250 rpm	≤ 220 rpm
許容軸方向ずれ	≤ 0.5 mm (走査ヘッドに対するスケールの位置)		
取付け軸側の熱膨張係数 (許容値)	$\alpha_{\text{therm}} \approx 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \sim 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
保護等級 IEC 60529	エンコーダを取付けた状態で: IP00		
質量	≈ 30 g/m		

* 注文時にご指定ください。最大3 mまでの他のサイズ径については、お問い合わせください。
¹⁾ 全円周測定用の場合の値。部分角測定用の場合は取付け軸とテープ長により異なります。
²⁾ 目盛の精度と1信号周期内の位置誤差は、どちらもエンコーダ自体の誤差となります。これに取付けや機械側軸受の誤差が加わります。測定精度を参照してください。

ERA 7000

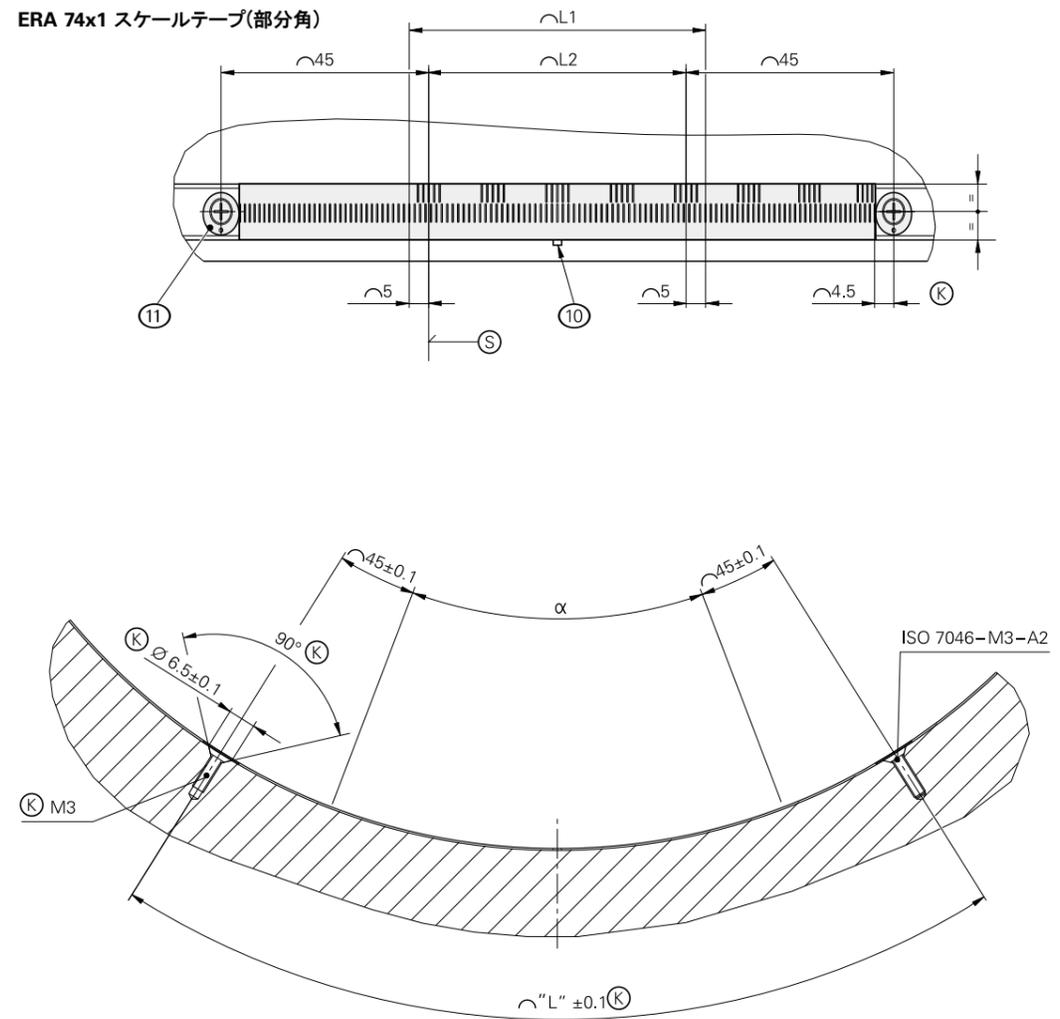
寸法



mm
公差 ISO 8015
ISO 2768 - m H
< 6 mm: ±0.2 mm

- ⓪, ① = 取付け方法
- Ⓜ = 機械側回転中心
- ⓐ = 取付けに必要な寸法
- 1 = 取付けクリアランス (スペーサ) D<1000: 0.15 mm, D>1000: 0.5 mm
- 2 = インターフェースの記述に基き出力信号を得るためのシャフトの回転方向
- 3 = スケールテープの厚み
- 4 = 原点
- 5 = スケールテープ溝下面と取付用ねじ穴の間の距離
- 6 = スケールテープ溝下面と走査ヘッド後ろ側の取付面との間の距離
- 7 = 微調整用の貫通穴
- 8 = 微調整プッシング
- 9 = スケールテープ溝下面 Ø D
- 10 = スケールテープ取外し用ノッチ (b = 2 mm)

ERA 74x1 スケールテープ(部分角)



$$D = \frac{n \times 0.04 \times 0.9999}{\pi} + 0.3$$

$$\alpha = \frac{n \times 0.04 \times 0.9999}{(D - 0.3) \times \pi} \times 360^\circ$$

$$L2 = n \times 0.04 \times 0.9999$$

- ⓐ = 取付けに必要な寸法
 - ⓑ = 測定開始点
 - 10 = スケールテープ取外し用ノッチ (b = 2 mm)
 - 11 = スケールテープテンション固定用偏心ワッシャー
 - ∩ = 中立軸でのラジアン表記。スケールテープの厚みに注意してください。
 - ∩L = 取付け穴の位置
 - ∩L1 = 移動範囲
 - ∩L2 = 測定範囲 (ラジアン)
- n = 信号周期
D = 溝径
α = 部分角測定範囲 (度)
π = 3.14159...

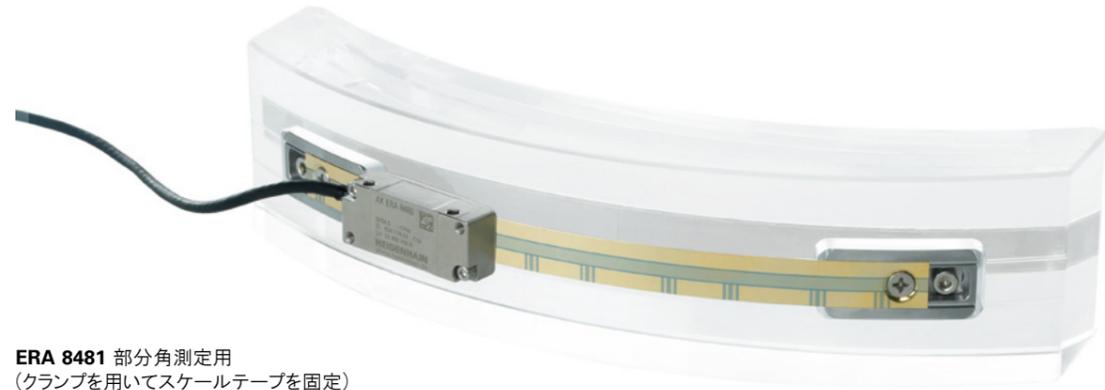
ERA 8000 シリーズ

高精度インクリメンタル組込み型角度エンコーダ

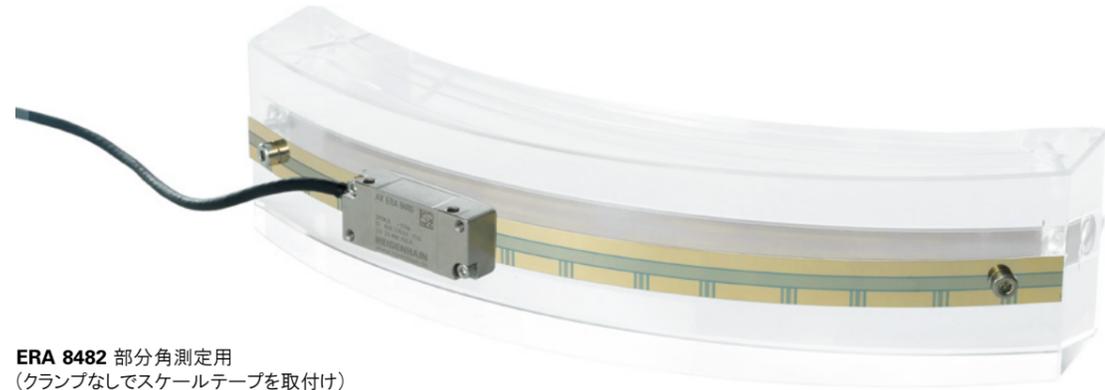
- 外径用組込み型スチール製スケールテープ
- 全円周と部分角用(大口径対応)
- 最適化された走査方式による高い信頼性
- 3色LEDによるステータス表示機能搭載
- 走査ヘッドとスケールテープで構成



ERA 8480 全円周測定用



ERA 8481 部分角測定用
(クランプを用いてスケールテープを固定)



ERA 8482 部分角測定用
(クランプなしでスケールテープを取付け)

走査ヘッド	AK ERA 8480
インターフェース	〜 1 V _{PP} 、HSP
カットオフ周波数-3 dB	≥ 1 MHz
電氣的接続	ケーブル (1 m もしくは 3 m) 12ピンM12カップリング もしくは 12ピンM23カップリング
ケーブル長	≤ 150 m (ハイデンハインケーブルを使用)
供給電圧	DC 5 V ±0.5 V
消費電流	< 130 mA (負荷なし)
振動55 ~2000 Hz 衝撃6 ms	≤ 200 m/s ² (IEC 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (IEC 60068-2-27)
使用温度	-10 °C ~ 70 °C
質量	走査ヘッド ≈ 20 g (ケーブル含まず) ケーブル ≈ 20 g/m M12カップリング ≈ 15 g M23カップリング ≈ 50 g

スケールテープ	MSB ERA 8400 C 全円周測定用 MSB ERA 8401C 部分角測定用、テンション金具を使用してスケールテープ固定 MSB ERA 8402C 部分角測定用、スケールテープ固定用テンション金具なし		
目盛本体 目盛間隔 熱膨張係数	METALLUR目盛付きスチールテープ 40 μm $\alpha_{\text{therm}} \approx 10.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
目盛線本数 ¹⁾	36000	45000	90000
目盛精度 ²⁾	±4.7"	±3.9"	±1.9"
1信号周期あたりの内挿精度 ²⁾	±0.4"	±0.3"	±0.1"
目盛精度	±3 μm/m(スケールテープ全長において)		
原点	絶対番地化原点		
取付け軸直径*	全円周 458.11 mm	572.72 mm	1145.73 mm
	部分角	≥ 400 mm	
機械的許容回転数	≤ 50 rpm	≤ 50 rpm	≤ 45 rpm
許容軸方向ずれ	≤ 0.5 mm (走査ヘッドに対するスケールの位置)		
取付け軸側の熱膨張係数(許容値)	$\alpha_{\text{therm}} \approx 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \sim 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
保護等級 IEC 60529	エンコーダを取付けた状態で: IP00		
質量	≈ 30 g/m		

* 注文時にご指定ください。最大3 mまでの他のサイズ径については、お問い合わせください。

¹⁾ 全円周測定用の場合の値。部分角測定用の場合は取付け軸とテープ長により異なります。

²⁾ 目盛の精度と1信号周期内の位置誤差は、どちらもエンコーダ自体の誤差となります。

これに取付けや機械側軸受の誤差が加わります。測定精度を参照してください。

診断・検査機器

ハイデンハイン製エンコーダは、取付け調整、監視、診断に必要な全ての情報を出力します。入手可能な情報は、エンコーダの種類（アブソリュートまたはインクリメンタル）、および出力インターフェースの種類により異なります。

インクリメンタルエンコーダは、1 V_{pp}、TTL、もしくはHTLインターフェースを搭載しています。TTLおよびHTL出力のエンコーダは内部で信号振幅の監視を行い、簡単なアラーム信号を生成します。1 V_{pp}信号の場合は、外付けの検査機器もしくは後続電子機器の処理機能を用いてのみ出力信号の解析を行うことが可能です（**アナログ診断インターフェース**）。

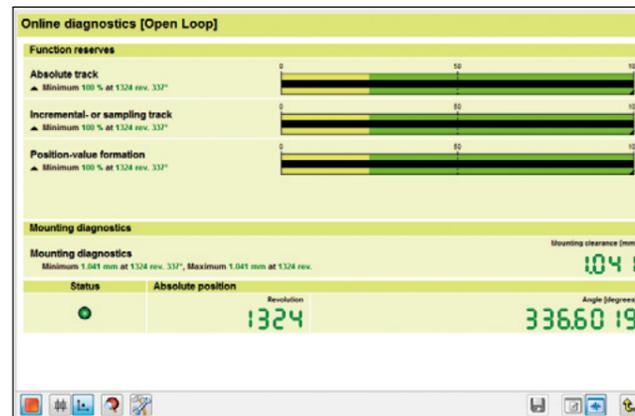
アブソリュートエンコーダは、シリアルデータ伝送を採用しています。インターフェースの種類により異なりますが、1 V_{pp}のインクリメンタル信号を出力できるアブソリュートエンコーダもあります。エンコーダ内部で広範囲にわたって信号の監視を行います。シリアルインターフェース（**デジタル診断インターフェース**）を経由して、監視結果（特に評価番号）を位置値とともに後続電子機器に伝送することが可能です。以下の情報を伝送可能です。

- エラーメッセージ:
 - 位置値が不正確である
- 警告:
 - エンコーダにあらかじめ設定した限界値に達している
- 評価番号:
 - エンコーダの性能余裕度に関する詳細情報
 - 全てのハイデンハイン製エンコーダのスケールングを統一
 - 周期的出力が可能

これら機能により後続電子機器がクローズド・ループ制御であってもエンコーダの現在の状況を簡単に評価することが可能です。

ハイデンハインは、エンコーダの解析に適している診断機器PWMや検査機器PWTを用意しています。診断方法には以下の2種類があり、これらの機器の接続方法により異なります。

- エンコーダ診断:
 - エンコーダに検査機器を直接接続する。これによりエンコーダを詳細に解析することが可能です。
- 監視モード:
 - 診断機器PWMをクローズド・ループ制御に組み込むことが可能です（必要であれば適切な検査用アダプタで中継）。これにより運転中の機械や機器をリアルタイムで診断することが可能です。機能はインターフェースの種類により異なります。



PWM 21/ATSソフトウェアを用いた診断



PWM 21/ATSソフトウェアを用いた取付け調整

📖 詳細情報:

診断・検査機器に関する詳しい説明は、カタログハイデンハインエンコーダのインターフェースを参照してください。



HEIDENHAIN

ハイデンハイ株式会社
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
FAX (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
FAX (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
FAX (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
FAX (093) 551-1617



世界各地のハイデンハイ