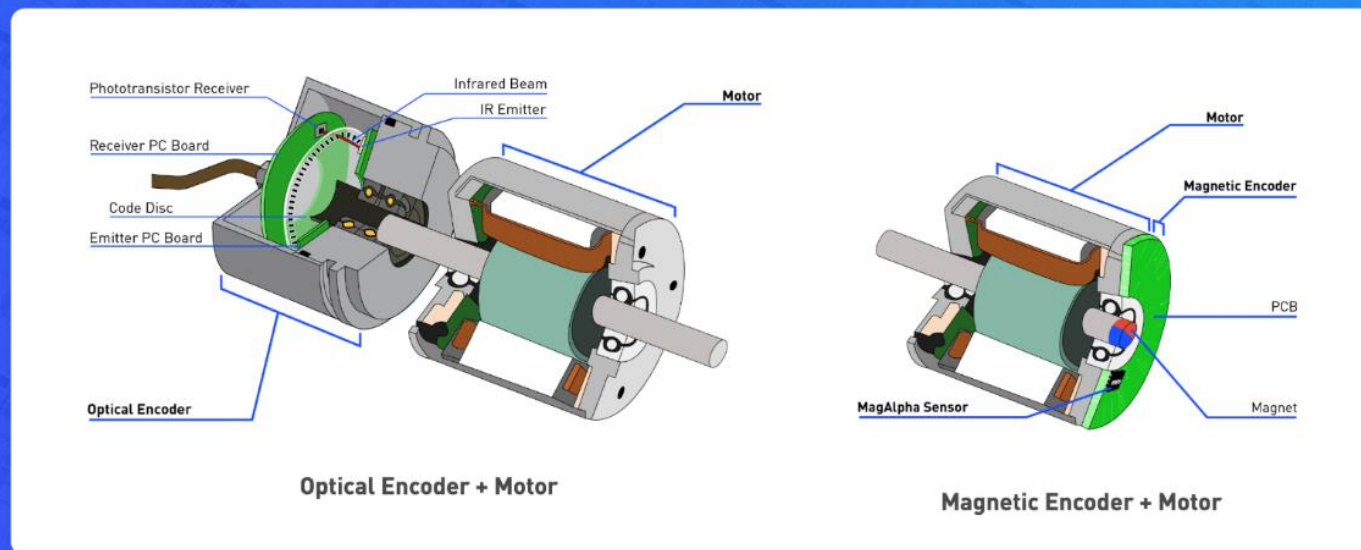


光学式エンコーダを 磁気角度センサに置き換える



MPSジャパン合同会社

シニアFAE

竹村 興

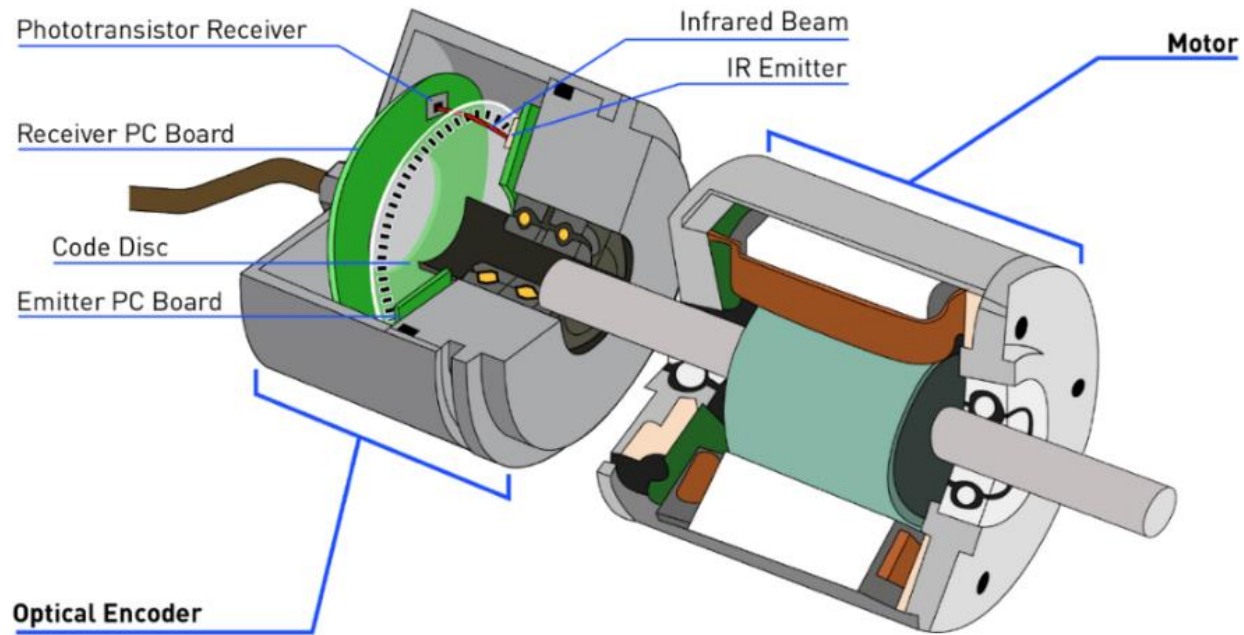
2023年11月

MPS

トピックス

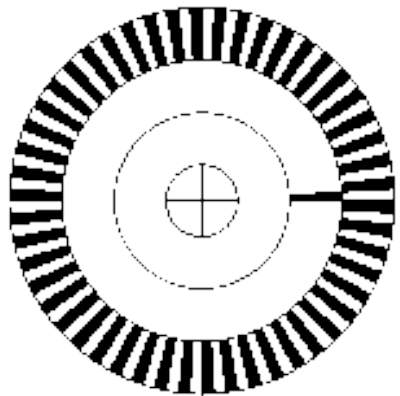
- 光学式エンコーダについて
- 磁気角度センサについて
- 光学式エンコーダと磁気角度センサの比較
- 磁気角度センサへ置き換え
- マグネットの選択、センサの配置
- サイドシャフトの考慮するべき点
- まとめ
- Q&A

光学式エンコーダ 構造

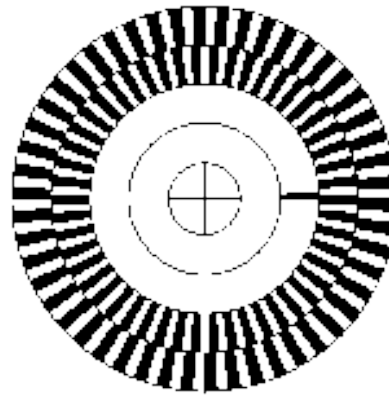
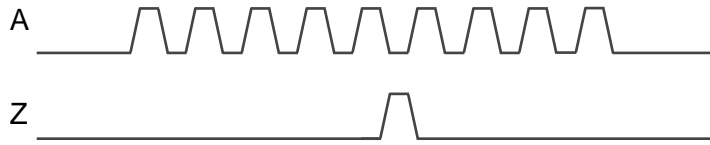


128パルス@360° → 128 [PPR] (256 [CPR])
分解能: $360^\circ / 256 = 1.4^\circ$ ($\text{Log}_2 256 = 8 \text{ bit}$)

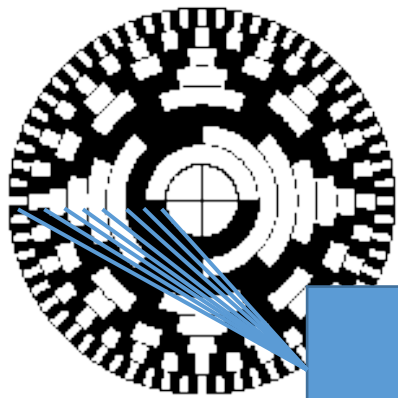
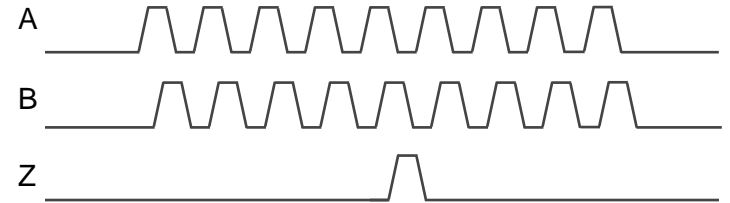
光学式エンコーダ 出力信号



1相出力
原点信号付

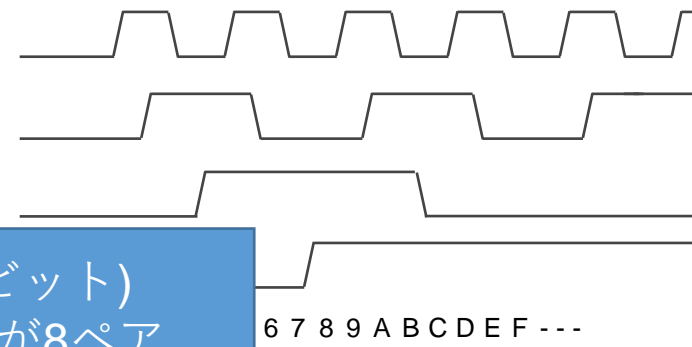


2相出力
原点信号付



絶対角度

8トラック (8ビット)
発光 / 受光素子が8ペア



光学式エンコーダ 取り扱い例

Heavy Duty Hollowshaft Encoder

Key Features

- Phased Array Sensor for Reliable Signal Output
- Rugged Design Withstands up to 400G Shock and 20G Vibration
- Unbreakable Code Disc up to 5000 PPR
- Heavy Duty Design Rated for IP67
- Customizable Mounting Options including Torque Arm with Optional Grounding Strap

IND
Industrial Duty



DigiKey価格: \$979

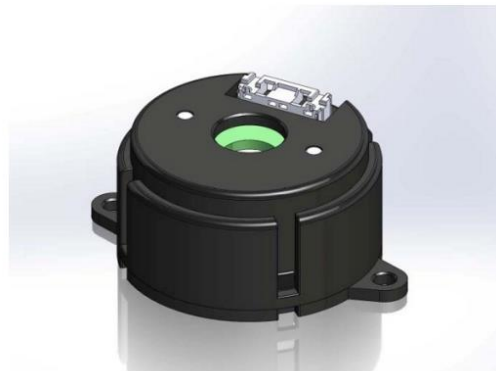
Features

- Two channel quadrature output with optional index pulse
- Quick and easy assembly
- No signal adjustment required
- External mounting ears available
- Low cost
- Resolutions up to 1024 counts per revolution
- Small size -40°C to 100°C operating temperature
- TTL compatible
- Single 5 V supply

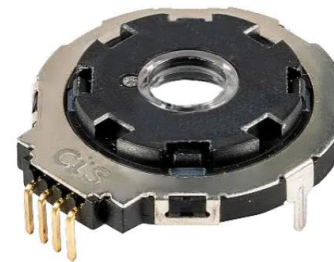


DigiKey価格: \$56

TMCS-40 is a low-cost and small-size optical incremental encoder for use with stepper motors and 3-phase PMSM/BLDC motors. It comes with high resolution optical code wheels with a resolution of 10,000 lines (40,000 counts).



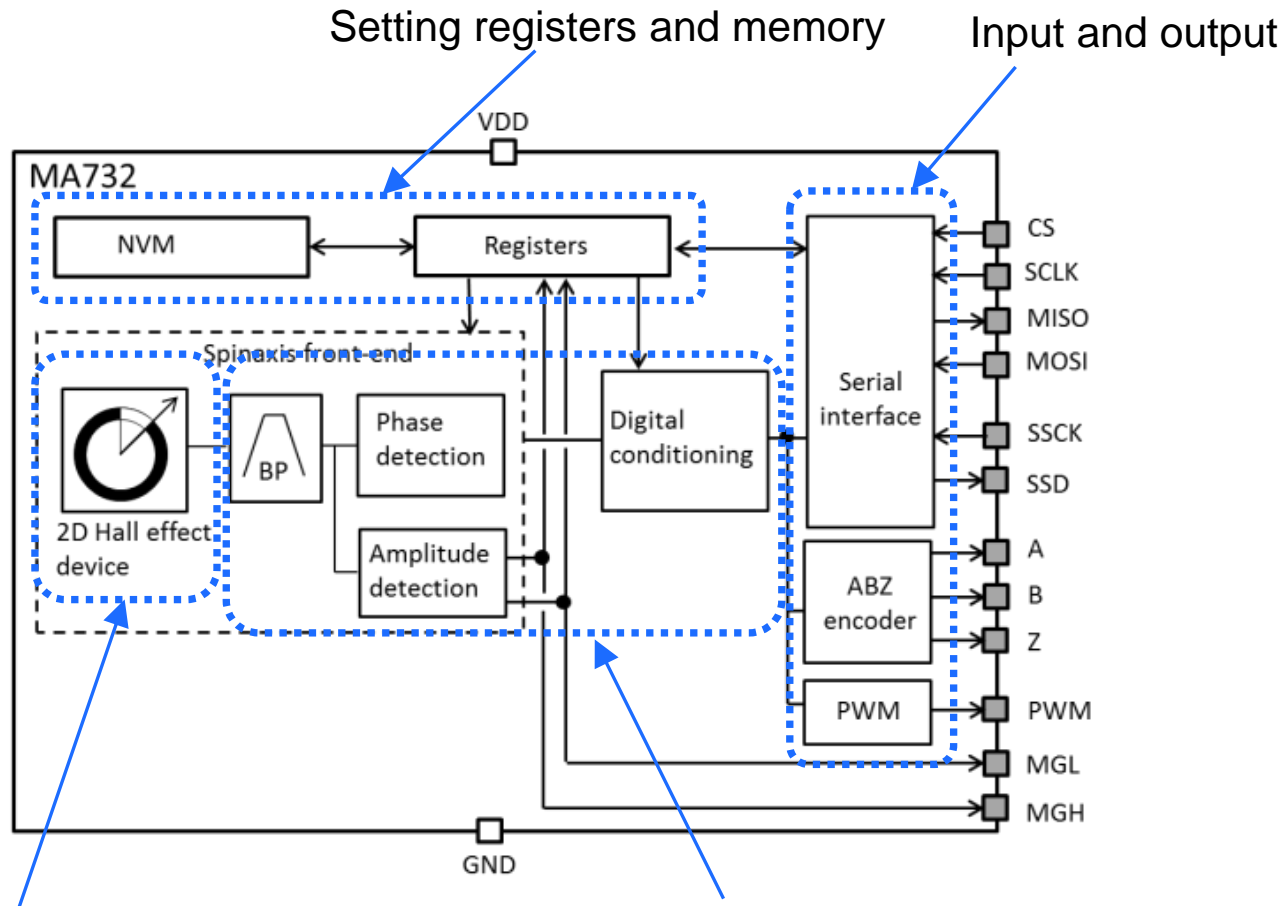
DigiKey価格: \$114



- Compact Ø20mm size package
- 3 million cycles rotational life (1 million cycles with detent)
- 24 PPR resolution
- Wide operating temperature range (-10°C to +85°C)
- 5.0 VDC and 3.3 VDC power options
- Integrated Schmitt trigger and pull-up resistor

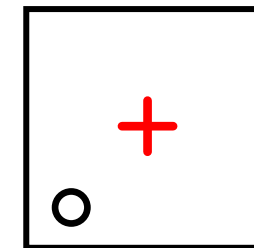
DigiKey価格: \$21

磁気角度センサ ブロック図



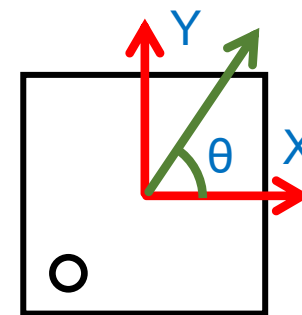
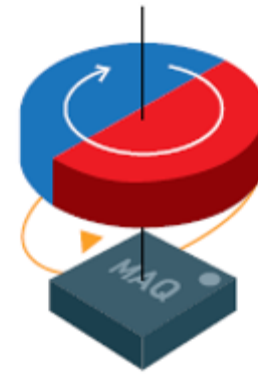
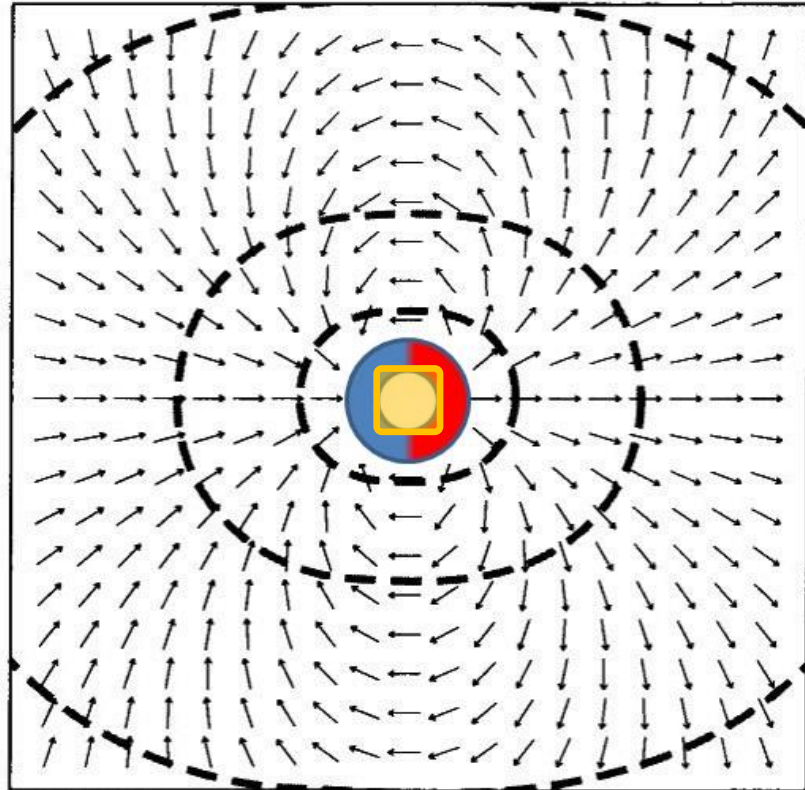
Magnetic field to electrical signals

Digital filter and conditioning



Top View

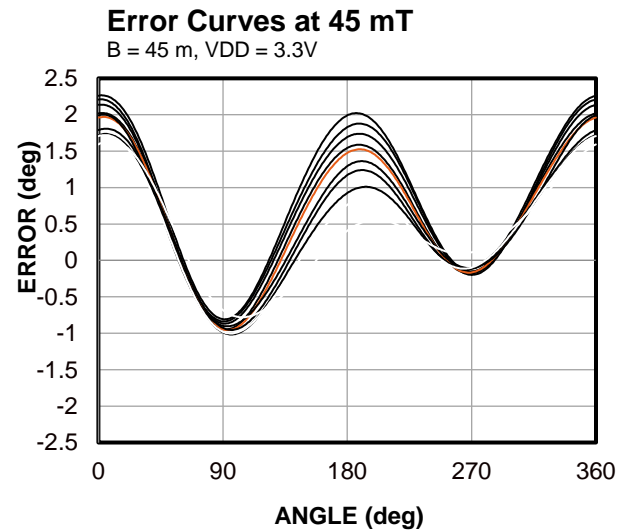
磁気角度センサ 動作原理



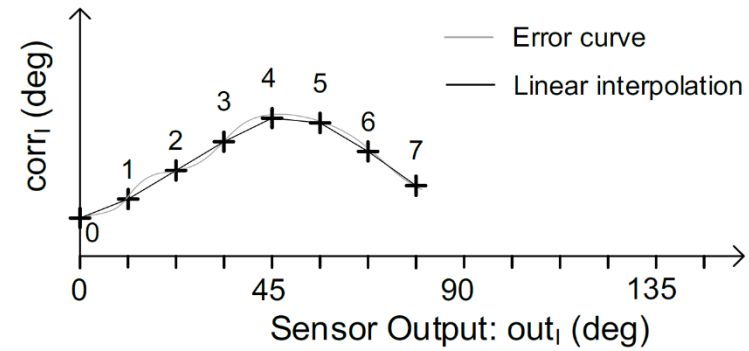
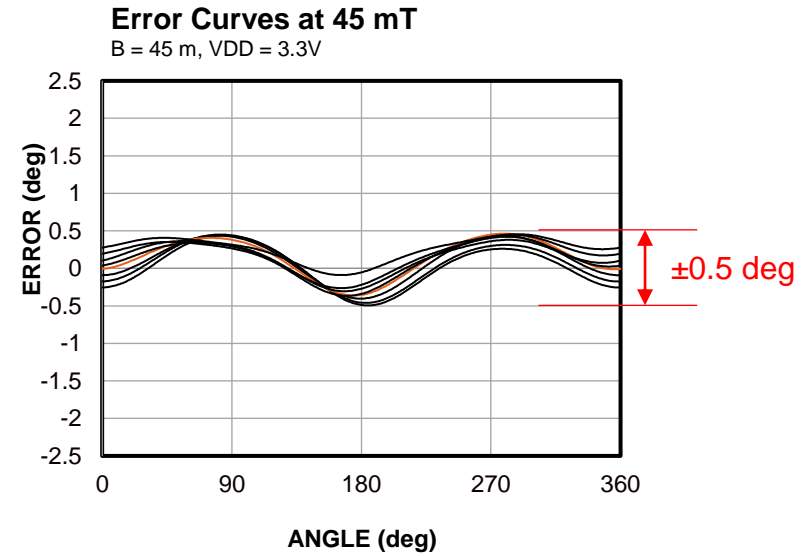
Top View

磁気角度センサの角度誤差

MA732



MA600

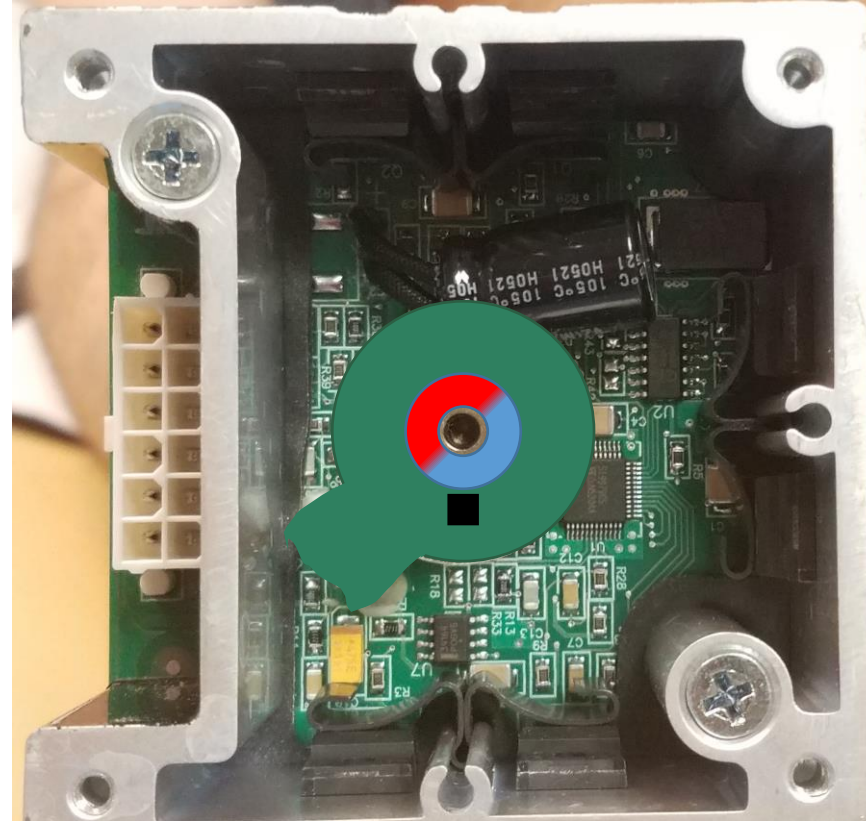


キャリブレーション機能搭載

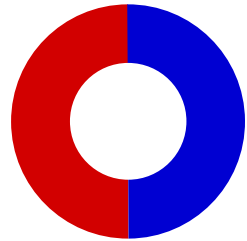
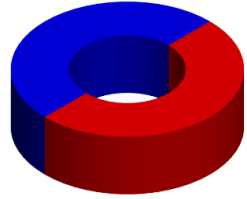
磁気角度センサとの比較

	光学式エンコーダ	磁気角度センサ
価格	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓
サイズ	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓
分解能	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓
誤差	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓
フレキシビリティ	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓

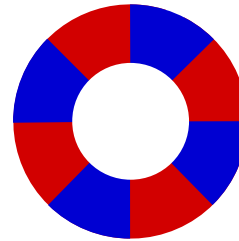
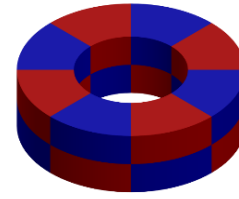
磁気角度センサへ置き換え



マグネットの選択 極対



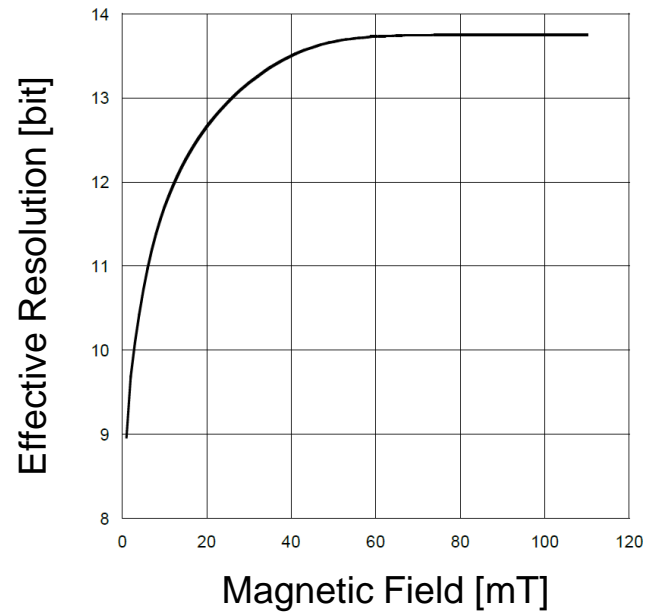
機械角 = 磁気角



機械角 = 極対 x 磁気角

マグネットの選択 磁界強度

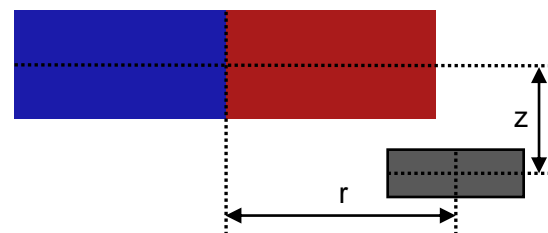
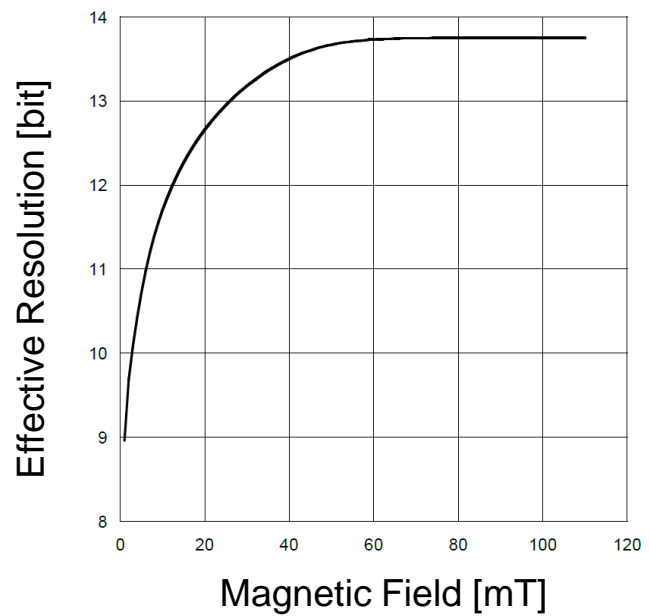
Effective Resolution (3σ)



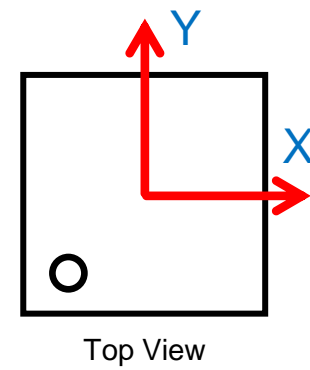
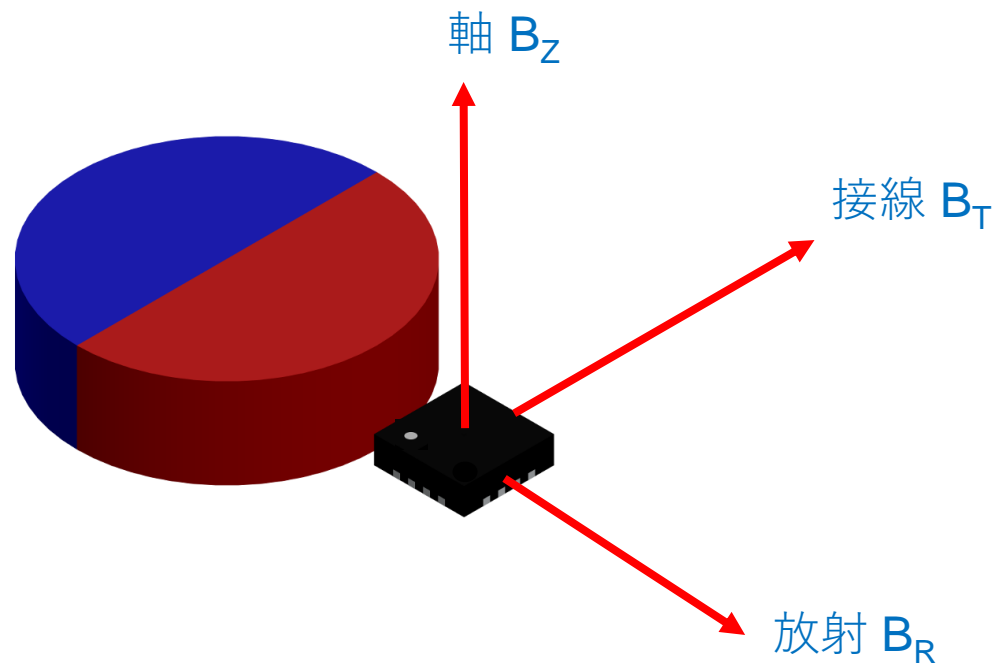
	残留磁束密度 B_r (mT)
ネオジウム 焼結 ボンド	1200~1400 470~620
サマコバ 焼結 ボンド	820~1050 400~700
フェライト セラミック モールド	200~450 140~290

マグネットとセンサの距離

Effective Resolution (3σ)



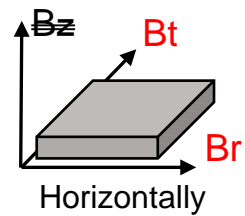
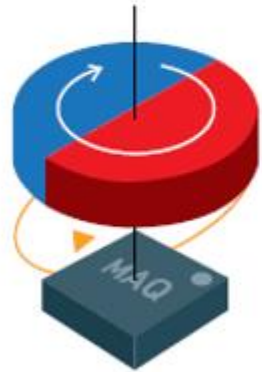
磁界の検出方向とセンサの位置



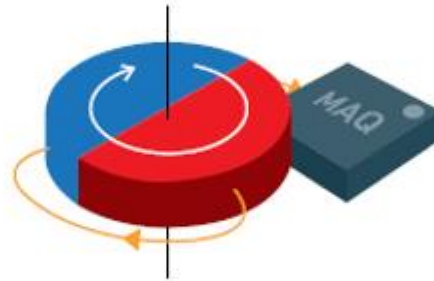
センサの配置

- ✓ 軸上 / エンドシャフト
- ✓ 軸外 / サイドシャフト
- ✓ 軸外 / サイドシャフト (垂直)

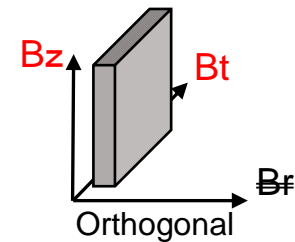
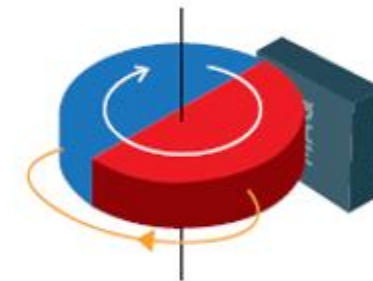
エンドシャフト



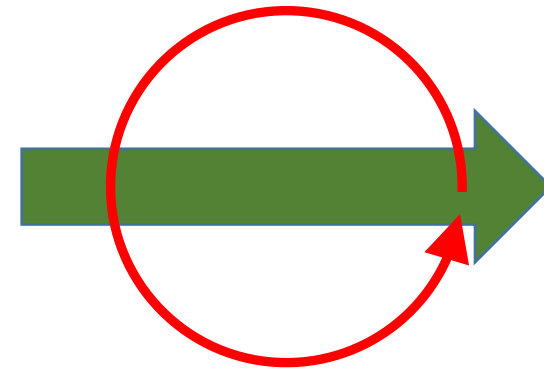
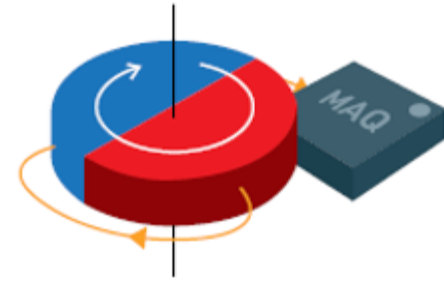
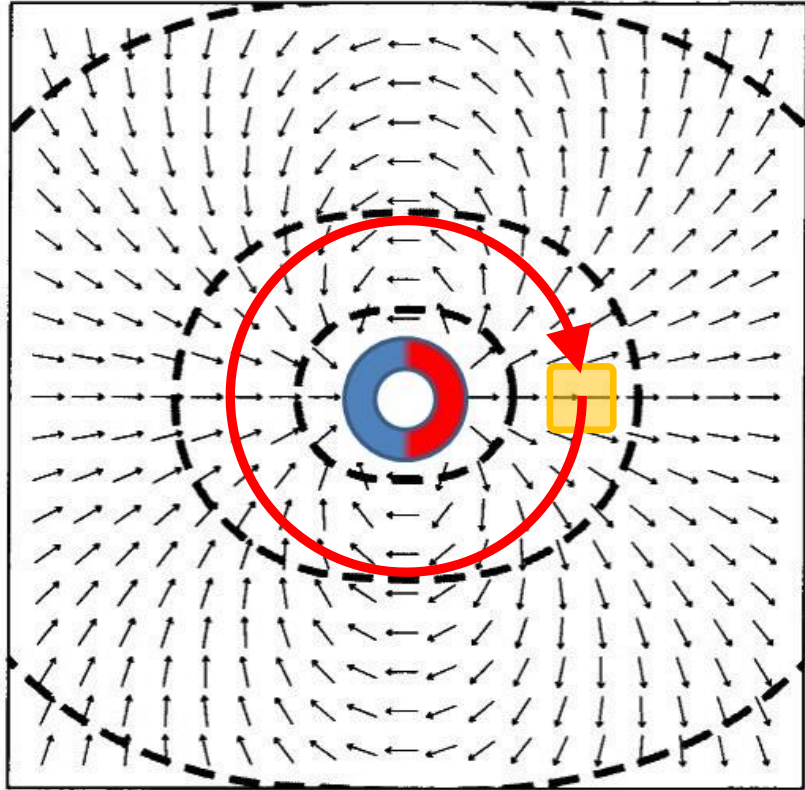
サイドシャフト



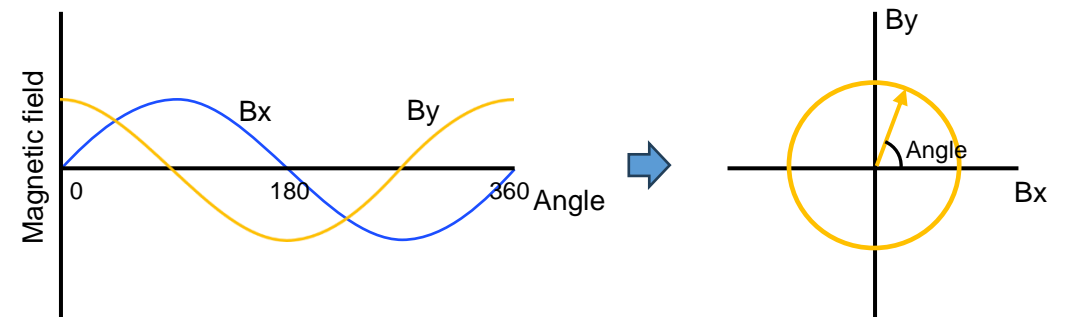
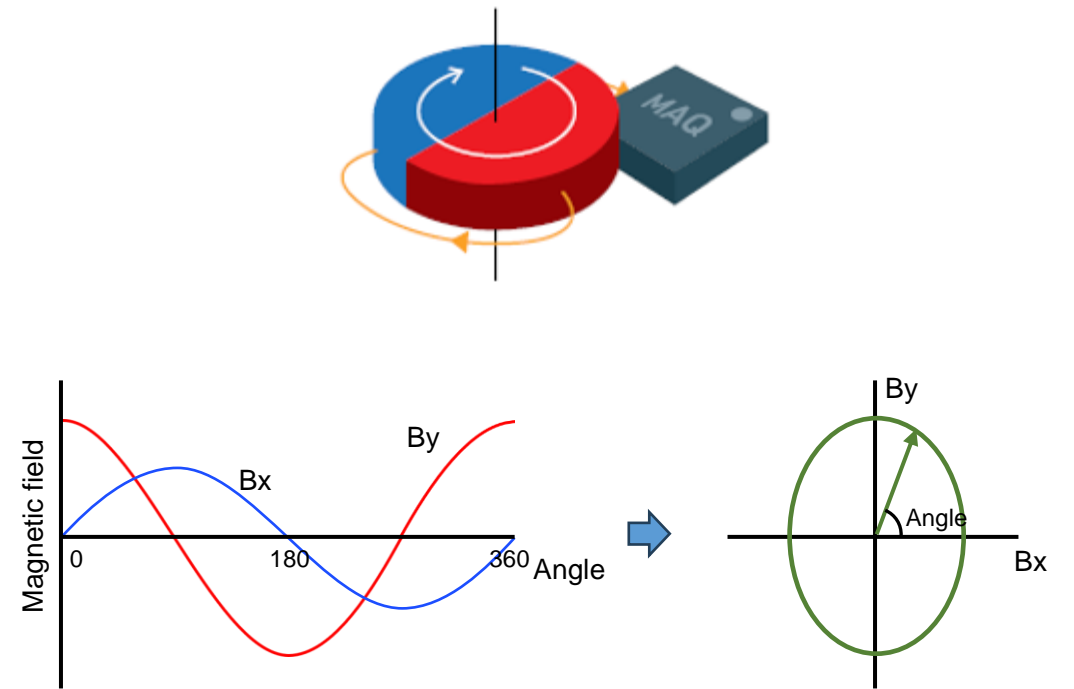
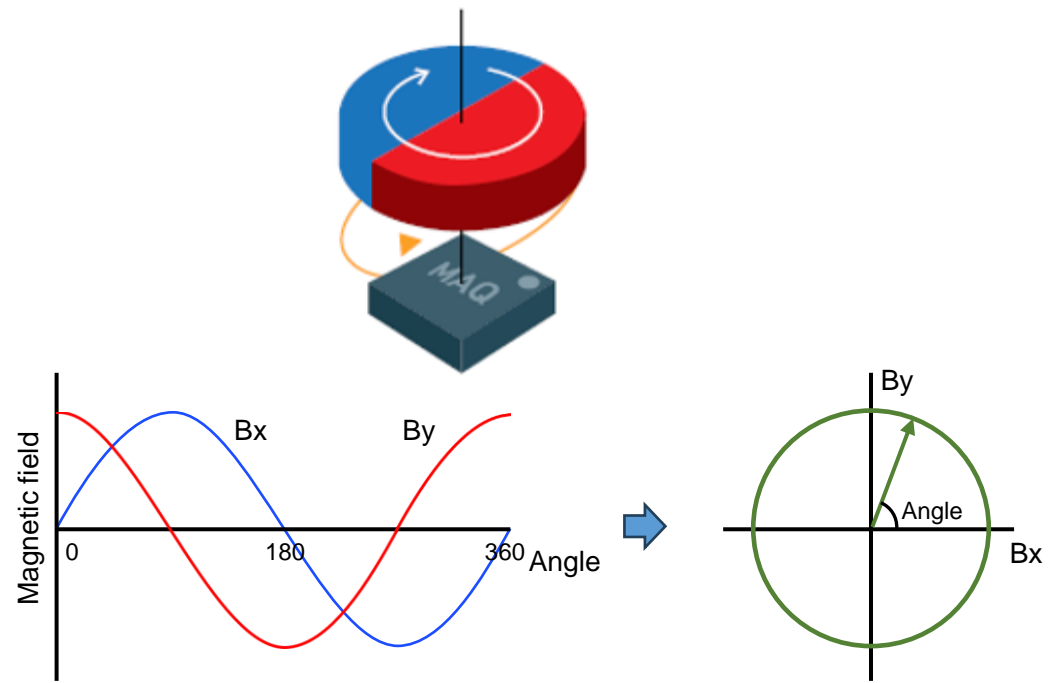
サイドシャフト (垂直)



サイドシャフトの回転方向

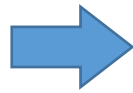


サイドシャフトの角度補正

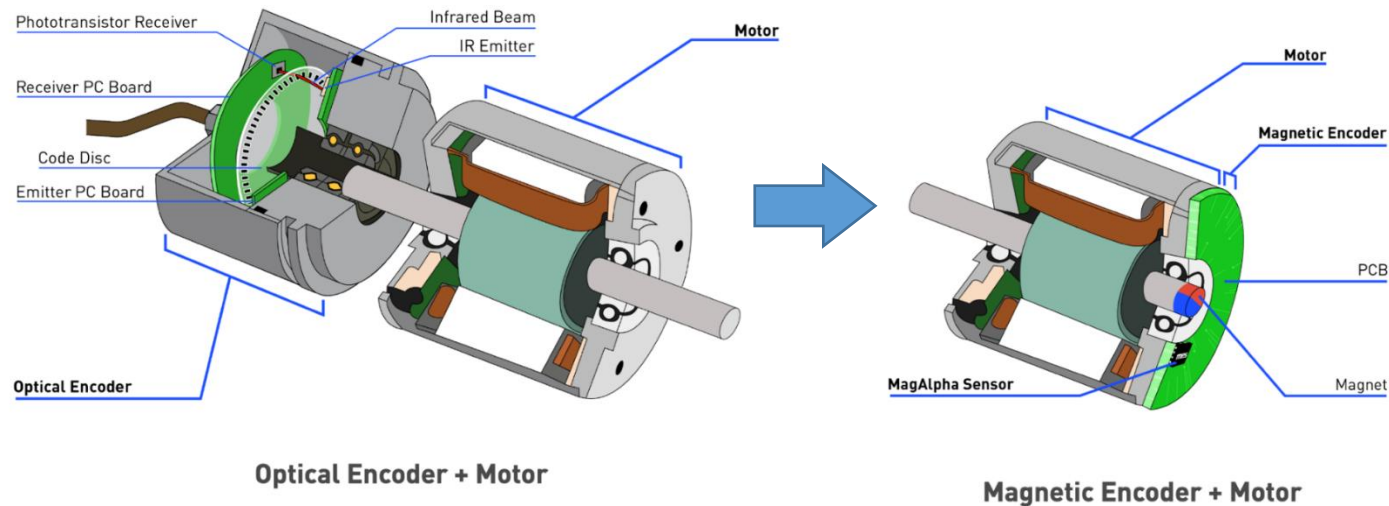


まとめ

光学式エンコーダ



磁気角度センサ



置き換えのポイント
マグネットの選択
センサの配置

導入のメリット
コスト削減
サイズ低減
設計の柔軟性

MPS オンラインシミュレーション



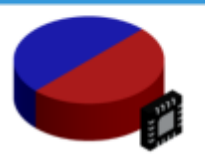


すべての磁石およびセンサ・トポロジーをシミュレーション

特定の磁石の材質および寸法に最適な機械的位置を確認

角度エラーでの許容範囲分析も可能

<http://sensors.monolithicpower.com/>

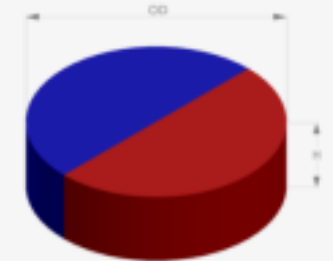
End-Of-Shaft	Side-Shaft	Side-Shaft Orthogonal
		
Magnet Supported Cylinder Magnet Ring Magnet Half Cylinder Magnet	Magnet Supported Cylinder Magnet Ring Magnet Half Cylinder Magnet	Magnet Supported Cylinder Magnet Ring Magnet Half Cylinder Magnet
Easiest Solution No BCT compensation required Next	Advanced Solution BCT compensation required Next	Advanced Solution BCT compensation required Next



I already know the sensor position
Simulate the magnetic field received by
the sensor in a known position.



Find the best position for the sensor
Move the sensor along the selected
axis to find the best position.



Bore [T]	<input type="text" value="1.2"/>
H [mm]	<input type="text" value="2.5"/>
OD [mm]	<input type="text" value="5"/>

Thank You

MPS