

ロボット関節の絶対角検出に適用可能な高精度絶対角センサ

NTN 商品開発研究所

小池

孝誌*

福島

靖之**

澁谷

勇介***

*こいけ たかし…主幹
**ふくしま やすゆき
***しぶや ゆうすけ

概要

NTN ではこのたび回転軸の絶対角を高精度で検出できる新たなセンシングシステムを開発した。センシングシステムは、磁気センサと複列磁気エンコーダ（着磁リング）の組合せで構成され、以下の特徴を有する。

- ・高分解能 (18bit~20bit) で絶対角検出が可能
- ・高い角度精度 ($\pm 0.1^\circ$)
- ・磁気エンコーダは着磁極数の異なる 2 列の磁気トラック (64/63 極対) を有し、NTN 独自の着磁技術で高精度に着磁 (着磁ピッチ精度 $\pm 0.04^\circ$)
- ・中空径が 44mm と大きく、内径中空部にケーブルや機械部品の挿入が可能
- ・軽量 (10.7g)

今までに、ロボット関節の減速後の絶対角検出用としてロボットメーカーに複列磁気エンコーダを提供し、高い評価を得ている。

今回、このセンシングシステムで必要となる複列磁気エンコーダの概要と今後の展開について紹介する。

構造

図 1 に複列磁気エンコーダの外観、図 2 に寸法、表 1 に仕様を示す。複列磁気エンコーダは、薄板鋼板をプレス成形した芯金の円環外周部に、磁性材料を混練した未加硫のゴム材料を加硫接着してゴム磁性体を形成し、その後、ゴム磁性体の周方向に着磁極対数の異なる 2 列の磁気トラックを着磁した着磁リングである。各磁気トラックは、N 極と S 極を交互に当ピッチで着磁している。絶対



図1 複列磁気エンコーダ(着磁リング)外観

表1 複列磁気エンコーダの仕様

形状	極対数	磁石	外径	内径	幅	質量
ラジアルタイプ	64/63	ゴム磁石	51.5mm	44.0mm	8.2mm	10.7g

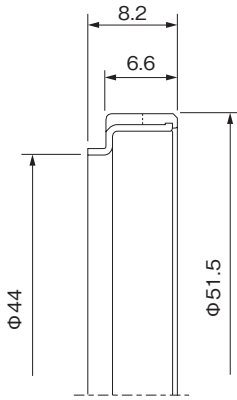


図2 複列磁気エンコーダ寸法

角を高精度で検出するには、隣り合う磁気トラックに影響しない高精度着磁技術が求められ、当社独自の磁気シールドを用いた高精度着磁技術によりこれを実現した。

今回開発した複列磁気エンコーダは、主トラック 64 極対と副トラック 63 極対で回転軸に平行な磁気トラック面を有するラジアルタイプであり、外径 51.5mm に対して内径 44mm と大口径の中空構造である。軸への固定は圧入、または圧入と接着剤との併用を想定しており、コンパクト設計に対応する。さらに、内径が大きいいため、ロボット関節に適用した場合には、内径中空構造部に配線ケーブルや機構部品などを収めることができる。

複列磁気エンコーダの適用例として、軸受と複列磁気エンコーダ、磁気センサを一体化した角度センサ付軸受の外観を図3に、構造図を図4に示す。軸受サイズは深溝玉軸受 6206 である。軸受 6206 サイズ以外では、6202 でも製作可能であり、この場合には 32/31 極対の複列磁気エンコーダを実装する。

角度センサ付軸受は、深溝玉軸受の回転輪（内輪）に複列磁気エンコーダを固定し、固定輪側（外輪）に磁気センサを実装したプリント基板を固定したもので、回転輪の絶対角度を高精度（分解能約 0.0014°～0.00034°）で検出する。複列磁気エン



図3 角度センサ付軸受（軸受6206）

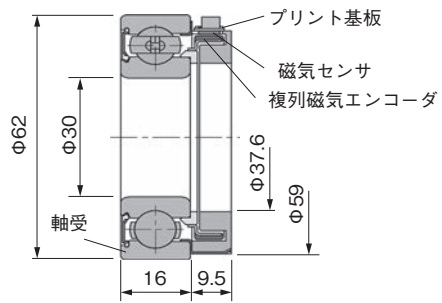


図4 構造図

コーダと磁気センサを軸受側面にコンパクトに装着し、これらの位置は調整済みのため、回転軸に角度センサ付軸受を固定するだけで使用可能である。

角度検出原理

図5に示すように、複列磁気エンコーダの磁気トラック（64/63 極対）に磁気センサを対向配置し、2つの磁気トラックの極対数差を利用して絶対角を検出する。

図6に角度検出原理を示す。複列磁気エンコーダに対向配置する磁気センサとして iC-Haus 社の IC (iC-MU) を使用する。磁気センサには各磁気トラックに対向する 2つのセンサ 1、センサ 2 が内蔵される。複列磁気エンコーダの 1 回転で、セン

サ1からは主トラック、センサ2からは副トラックの着磁極対に相当する周期の位相信号が得られ、それらの位相差は1回転で0°から360°となることを利用して絶対角を検出する。

図7に、複列磁気エンコーダと磁気センサの組合せで累積ピッチ精度を測定した例を示す。角度精度は $\pm 0.025^\circ$ と高精度である。なお、角度精度

は複列磁気エンコーダの着磁精度のほかに、組立て精度に依存するため、エンコーダの振れが小さくなるように固定する。

複列磁気エンコーダの用途

角度センサ付軸受は、配線するだけでエンコーダとして機能するが、構造体にコンパクトに収めたいという顧客からの要求に応えるため複列磁気エンコーダ単体での提供も予定している。この場合、磁気センサを実装したプリント基板は、構造体に合せて顧客が設計する。

エンコーダに対する顧客からの要求項目として、中空(大口径)、軽量、薄型、低価格があり、複列磁気エンコーダを単体で提供することで、顧客

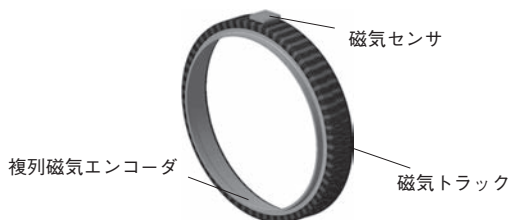


図5 絶対角検出

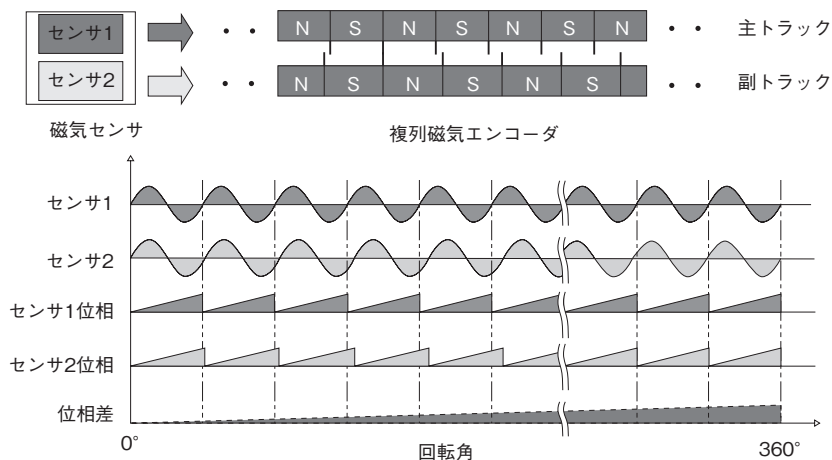


図6 角度検出原理

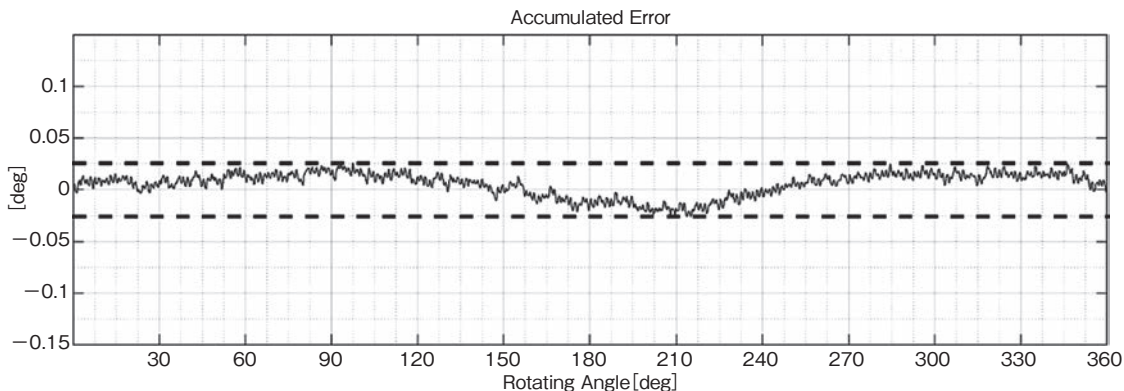


図7 角度精度(例)