

多回転アブソリュートセンサ

石井 秀幸
Hideyuki Ishii
加藤 茂春
Shigeharu Katou

岸 栄
Sakae Kishi
高柳 明秀
Akihide Takayanagi

1. まえがき

サーボシステムの出力軸回転位置を検出したい場合、出力軸が動きはじめてから原点0度を検出し、次に現在位置を求めるといった方式で十分な場合も多いが、設置の段階で原点0度を決定してしまい、以後、運転・停止に関わらず、検出値は不変にしたいという「絶対位置検出」の要望も多い。

このような用途に対して当社では、ABS-RⅡ、ABS-Mシリーズを従来より用意しているが、今回代替品として、レゾルバを用いギヤユニットに工夫することで、新発想の「多回転アブソリュートセンサ」を開発したので紹介する。

このアブソリュートセンサは、1回転内位置を検出するレゾルバ1つと、多回転数を検出するためにギヤを介して、それぞれの回転比を変えた3つのレゾルバから構成される。レゾルバの信号検出方式は、従来のラジアル方向とは異なり、スラスト方向の磁気変動を利用している。また、多回転用レゾルバを同一面上に3個配置することで、いわゆる「軽薄短小」を可能とした。

この多回転アブソリュートセンサは、多回転数記憶用のバッテリーが不要であり、保守作業が大幅に軽減され、また産業廃棄物の削減ができる。インターフェースは、モジュール構成を組むことで、マルチインターフェース対応となっている。また、16bit(65536分割)の高分解能を有している。これらの特徴から、高速・多軸制御などの分野での利用が期待される。

2. レゾルバの基本構造

今回、この多回転アブソリュートセンサに用いるレゾルバは、磁気変動方向の取り方、また信号の励磁方式が従来品と大きく異なっている。

従来品(ABS-RⅡ、ABS-RⅢなど)は図1(a)のような構造で以下のような方式である。励磁方式は、2相励磁1相出力方式を用いており、ステータスロットに交互に配置されたSIN励磁用巻線、COS励磁用巻線により磁気を発生し、ステータとロータのギャップ変動による磁気変動を同時に巻かれた検出用巻線から検出している。回転角度に応じて位相がシフトした形の信号を生成している。基準信号と比較し、位相シフト量 θ をカウンタにより検出して回転角度を得ている。

$$\begin{aligned} \text{入力: } & \sin(\omega t), \cos(\omega t) \\ \text{出力: } & \sin(\omega t)\cos\theta + \cos(\omega t)\sin\theta \\ & \downarrow \\ & \sin(\omega t + \theta) \end{aligned} \quad (1)$$

一方、今回の構造は図1(b)のような構造で、励磁方式は1相励磁2相出力方式である。励磁コイルからSIN波形の磁気を発生させ、検出用コイルから回転角度に応じた出力信号を取り出している。この信号を回路で処理し、式(2)のような出力を得る。これを基準

信号と比較し、位相シフト量 θ をカウンタにより検出し、回転角度を得ている。

$$\begin{aligned}
 & \text{入力: } \sin(\omega t) \\
 & \text{出力: } \sin(\omega t)\sin\theta \\
 & \quad \sin(\omega t)\cos\theta \\
 & \quad \downarrow \\
 & \sin(\omega t)\sin\theta \text{ を回路上で } \pi/2 \text{ シフト} \\
 & \quad \downarrow \\
 & \cos(\omega t)\sin\theta \text{ の生成} \\
 & \quad \downarrow \\
 & \sin(\omega t)\cos\theta, \cos(\omega t)\sin\theta \text{ に加法定理適用} \\
 & \quad \downarrow \\
 & \sin(\omega t \pm \theta) \text{ を得る。} \quad (2)
 \end{aligned}$$

従来、温度ドリフトが問題となっていたが、この $\pm\theta$ の生成により、温度ドリフト量はキャンセルする形となり、大きく改善されている。また、分解能も16bit(65536分割)有しており、従来品である14bit(16384分割)を上回っている。

3. 多回転部構成

多回転数の算出のため、1回転用レゾルバ(RS_0)とギヤを介した3つのレゾルバ(RS_i)を用いた構造とした。それぞれのレゾルバは、自身でシャフトおよび歯車を持っており、メインシャフトに直結された歯車を介して、それぞれ回転比が異なって回転する。

この3つのレゾルバが示す3つの角度を用いて、多回転数を算出する。ここで、 θ_i : RS_i の示す電気角度、 N_{oi} :主軸側のギヤ歯数(対 RS_i)、 N_i : RS_i のギヤ歯数とすると、各レゾルバは表1に示す歯数に従って、[図2\(a\)](#)のように、回転比が異なって回転する。算出は、まず各レゾルバの示す角度 θ_i を読み込み、 RS_0 と RS_i の差分値 θ_{oi} を算出する。この差分値の示す値は、適切な補正により、それぞれ25、27、29回転に1周期を持つような角度を示す([図2\(b\)](#))。差分値が25、27、29回転中のどの位置にいるのかを得ることで、この組み合わせにより多回転数が算出される。つまり、3つの差分値の組み合わせが作り出す回転数は19575($25 \times 27 \times 29$)のパターンがあることから、最大多回転数は19575(>8192)となる。25、27、29という互いの素である歯数を選ぶこと、また主軸側の歯数を各歯数と1つの差を持たせるように設定することにより、より有効に多回転数をカウントすることができる。なお、多回転カウント数を8192以上とし、従来機種との互換性を持たせるためにレゾルバを3つ使用した。

表1 各ギヤ歯数

	N_{oi}	N_i
RS_1	26	25
RS_2	28	27
RS_3	28	29

多回転用レゾルバの配置は、従来のABS-Mタイプでは[図3\(a\)](#)のような1回転用レゾルバ(RS_0)の上にギヤを介して多回転用レゾルバ(RS_i)を配置する構造であった(多回転カウント数256)。

一方、[図3\(b\)](#)に示すように、今回は1回転用レゾルバの内部に3つの多回転用レゾルバを配置した。この結果、従来品に比べて軽薄短小($L2 < L1$)が実現できた。

4.処理回路

処理回路は、[図4](#)に示すような構成となっている。基本的にレゾルバの励磁検出の信号の授受を行うアナログIC、デジタル処理用のデジタルIC、校正データが書き込まれているフラッシュメモリ、各パラメータが書き込まれているEEPROM、通信用ゲートアレイ、CPUなどから構成される。

各レゾルバからの角度データは、校正データにより補正されたのち、多回転データを生成してアブソリュート位置データを生成する。また、フェールセーフ機能として、レゾルバ断線異常検出、速度加速度異常検出機能などを搭載している。

通信においてはマルチインタフェース対応となっており、マンチェスタ、調歩同期などの通信方式に対応していることを特徴とする。

5.むすび

以上、多回転アブソリュートセンサの構成について述べた。このセンサの多回転データ生成は各レゾルバの示す角度で構成されており、多回転数記憶用バッテリーが不要となるため、防爆仕様を必要とする分野への適用が期待される。同時に保守労力の軽減に大きく貢献し、産業廃棄物の削減ができる。サイズの軽薄短小と併せて資源の減量化となり、地球環境にもやさしい。また、処理回路はセンサに載せるだけでなく、サーボアンプ側および中継部にも搭載可能であることから、特殊環境用途(耐熱、耐油、真空など)への適用も期待される。通信方式もモジュール構成を組むことで、マルチインタフェース対応とした。

このように今回開発した多回転アブソリュートセンサは、従来の用途はもちろんのこと、新しい用途および分野への適応性を持っているが、処理回路をセンサ以外に載せる場合、現状では、レゾルバ交換すると処理回路の交換もしなくてはならない。これはレゾルバと処理回路が1対1に対応しているためである。よって処理回路を交換不要とするためには、マスター校正データのある程度の精度保証が必要となる。今後は、それらを含めた機械的電氣的条件の構築を、課題として取り組みたいと考えている。

石井 秀幸
1989年入社
サーボシステム事業部 設計第1部
生産技術、部品技術、生産を経てセンサの開発、設計に従事。

岸 栄
1983年入社
サーボシステム事業部 設計第1部
センサの開発、設計に従事。

加藤 茂春
1980年入社
サーボシステム事業部 設計第1部
センサの開発、設計に従事。

高柳 明秀
1997年入社
サーボシステム事業部 設計第1部
センサの開発、設計に従事。

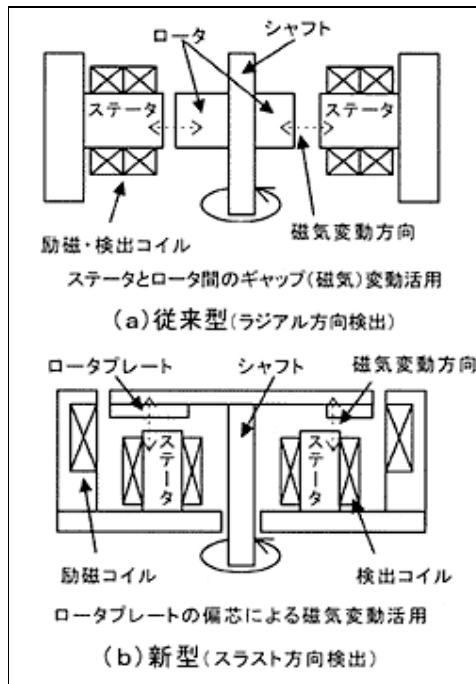


図1 従来型と新型のレゾルバ構造の違い

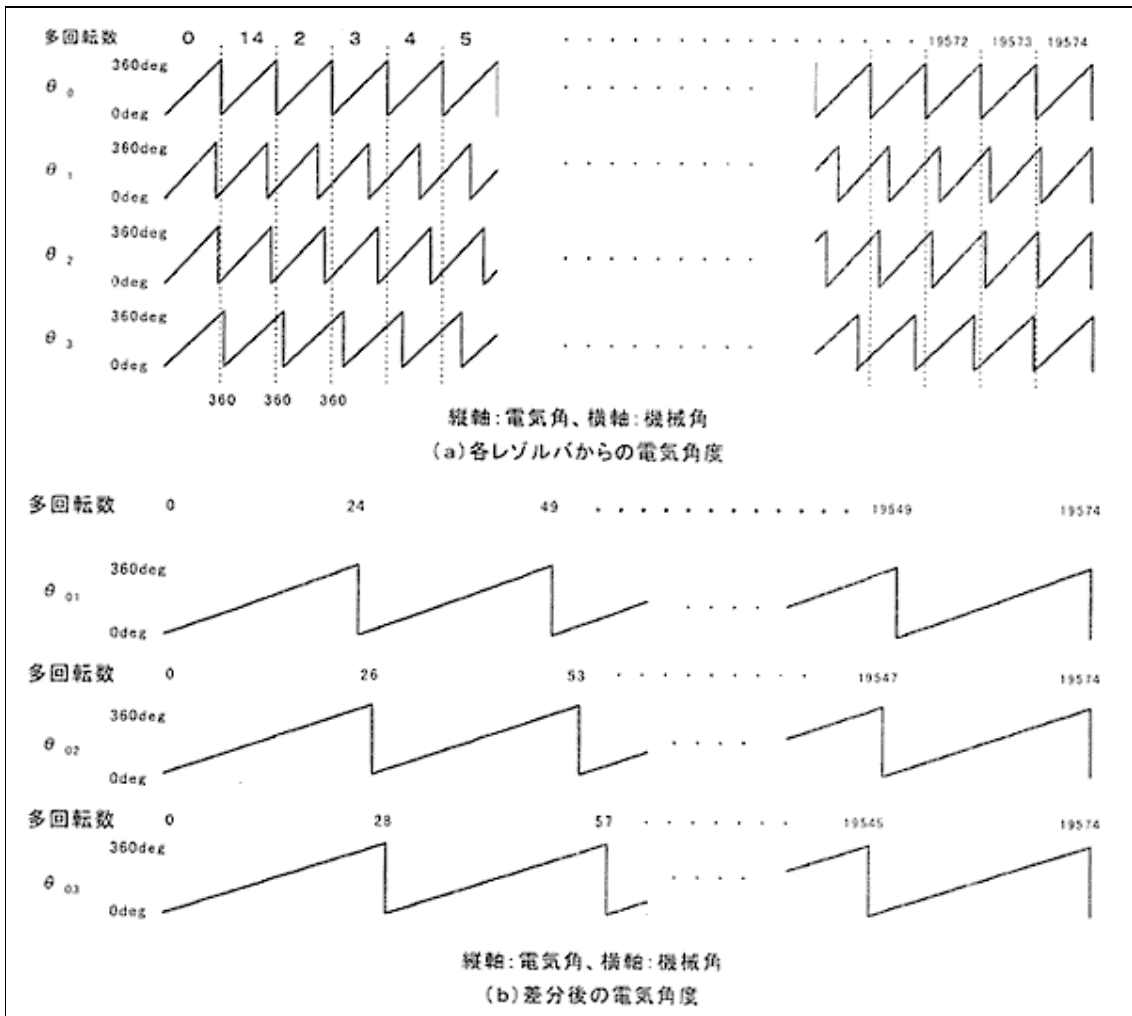


図2 角度データの生成

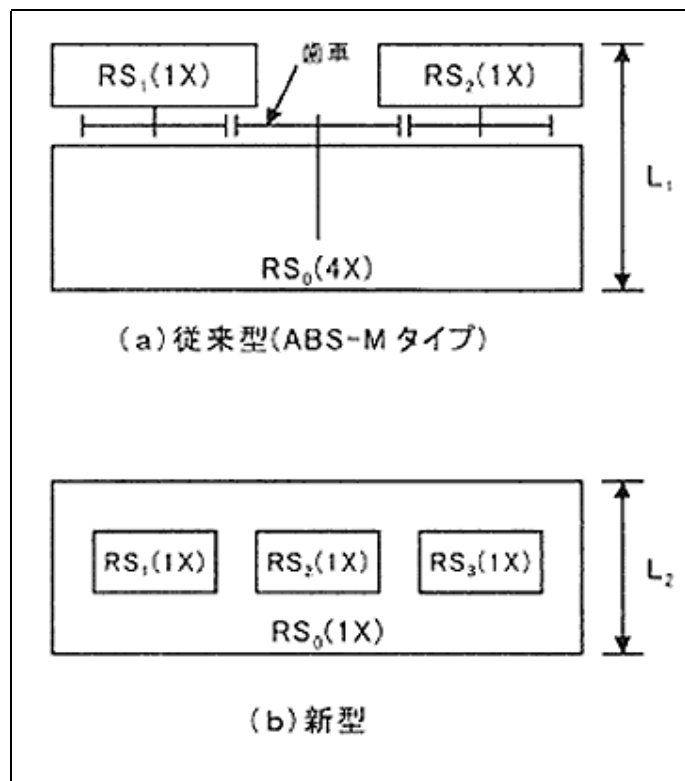


図3 レゾルバ配置

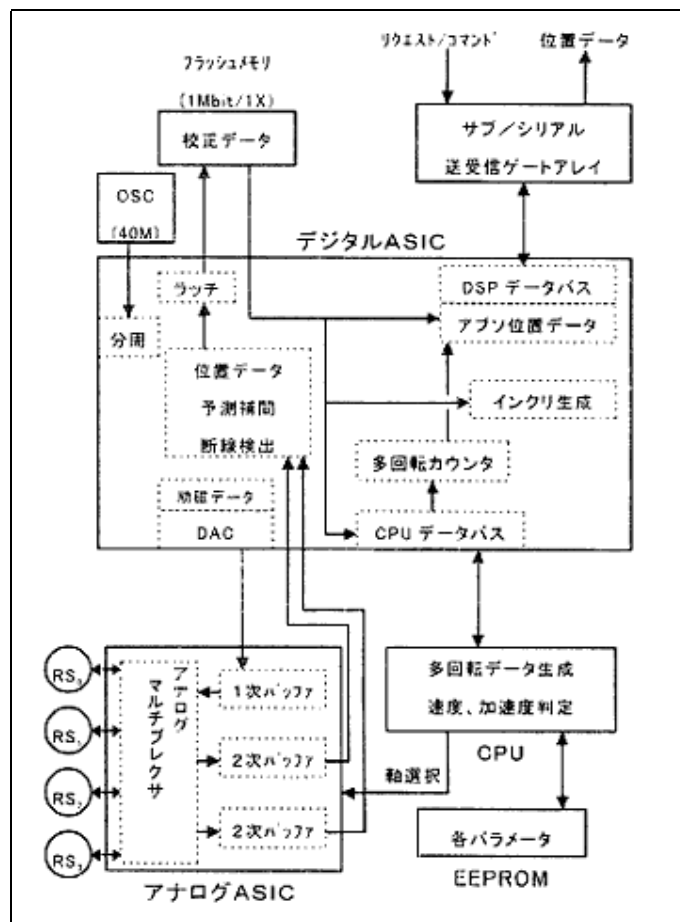


図4 処理回路ブロック図