

IRIS/MOIRCS のホールセンサの開発

小俣孝司（国立天文台 先端技術センター）(Koji Omata)

概要(Abstract)

IRIS のデューア内部の動作機器の位置決めにはホールセンサを使用することになっているが、MOIRCS での経験を生かしてその開発に携わることになった。ここでは MOIRCS のホールセンサ開発をふりかえり、今後の IRIS における開発の見通しと進行状況について発表する。

1. 開発の経緯

以前開発に参加していたすばるの観測装置 MOIRCS（近赤外線多天体分光撮像装置）では冷却環境下における駆動機構（フィルターターレットやスリットマスク交換機構）の実現が課題となっていた。これを克服し運用状態に持って行った経験を踏まえ、TMT の観測装置 IRIS においても同様の技術が適用できないか検討され、基礎実験を行っている段階である。IRIS 内部での駆動は真空モーターによるものであるが、機器の位置決めにはホールセンサが検討されている。

2. ホールセンサとは

ホールセンサはホール効果を利用して磁界を検出する装置で、非接触で位置の検出が出来る。特にモーターの回転位置検出に用いられ、低温でも使用可能である。ホール素子は右の図のような数ミリ角程度の大きさにパッケージ化されている。4つの端子があり、一組で定電流を流し、もう一組から磁界の強さに応じた電圧を得ることが出来る。定格では出力電圧は数ミリボルトと小さいので、それを増幅して読み取る必要がある。



図 1 ホールセンサチップ

3. MOIRCS でのホールセンサ構成

MOIRCS ではフィルターターレットの原点位置出し及び各フィルターの大体の位置の検出にホールセンサが使用されている。以下にホールセンサ読み出しのためのコンポーネントを列挙する。

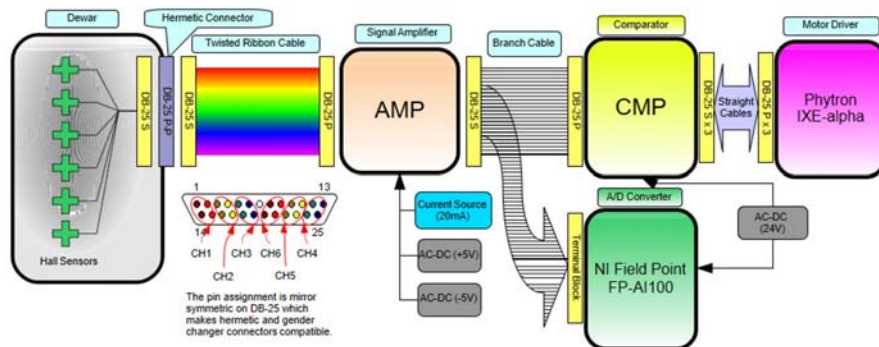


図 2 ブロックダイアグラム

1) ターレットユニットとホールセンサ

ターレットは3段2チャンネルで6枚で構成されている。3段のターレットはターレットユニットにひとまとめにされている。それぞれの段にホールセンサが一つずつ配置されている

2) 真空デュアーとハーメチックコネクタ

光学系駆動系とも真空冷却デュアーの中に配置され、外部との電気信号等は真空用のハーメチックコネクタを介して接続されている。

3) 多チャンネル読み出しアンプと A/D コンバータ

ホールセンサのアンプはセンサーから出てくる信号のオフセット電圧をキャンセルしなければならないので、特殊な回路で構成されている。市販品は1チャンネルだけでも大きいので、多チャンネル同時に増幅できるものを自作した。これを一般的な A/D コンバータに入れ、ネットワーク越しにモニターできるようにしている。



図 3 アンプ

4) 多チャンネルコンパレータとモータードライバ

モータードライバにはチャンネル毎に原点出しの入力端子があり、ここにホールセンサの出力に応じたオン・オフ信号を入れている。アンプの出力をコンパレータに入れ、調節できる閾値に基づいてオン・オフ信号を生成している。

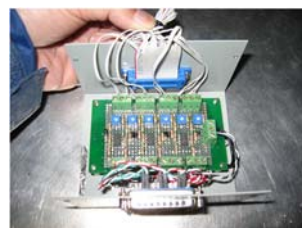


図 4 コンパレータ

5) 定電流・電圧源

アンプの駆動に定電圧源(プラスとマイナス)、ホールセンサの駆動に定電流源が必要となる。定電流源はアンプユニットに接続され、まとめてホールセンサに供給される。

3. MOIRCS での運用

MOIRCS のターレットには1 2のフィルターが円周上に並べられ個々のフィルター穴の外側に磁石が並べられている。またホールセンサはターレット容器の方に取り付けられ、磁石が通過するときにセンサーが反応するようになっている。1 2個の磁石のうち一つは極性が反転しており、それを原点と定めるようにしている。コンパレータは磁石の正極だけに反応することにより原点出しに寄与している。ただし以下に述べる問題があり位置決め精度はそれほど正確ではない。

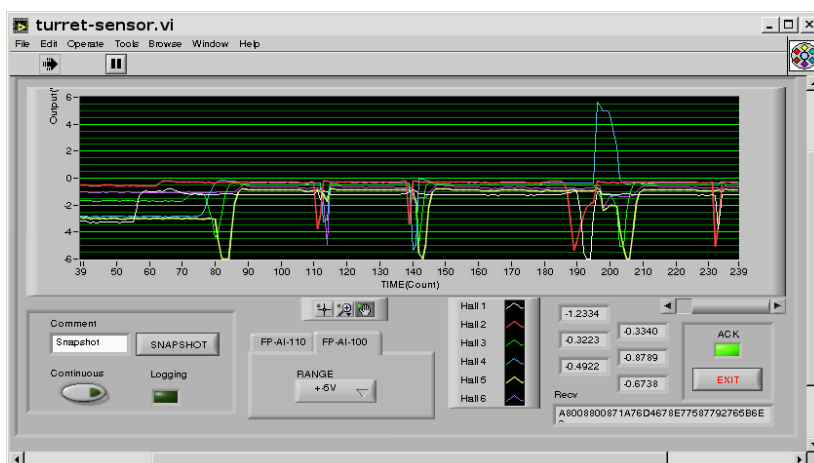


図 5 ホールセンサ出力

4. 問題点

MOIRCS ではターレットの回転はゼネバギアを通して行っている。ゼネバギアはモーターに直結したコグとターレットに刻まれているスロットがかみ合っで断続的な動きをしている。フィルターが光路上に来た時にちょうど静止するように作ってあるが、精度上その位置がずれることも考慮しなければならない。さらにホールセンサと磁石の間にずれがあると下図のように二つのピークが出来てしまい、精密な場所決めが困難になる。さらに

- 1) 磁石とセンサーのギャップが変動すると、センサーの出力が大幅に異なってしまう。
- 2) ターレットが低温でスムーズに回転するようにホイールとハブの間に常温状態でガタが出来るくらいにしておかなければ固く締まって回らなくなってしまうので、常温で 0.6mm ほどのギャップを作っている。

これらが精度を悪くする原因となっている。

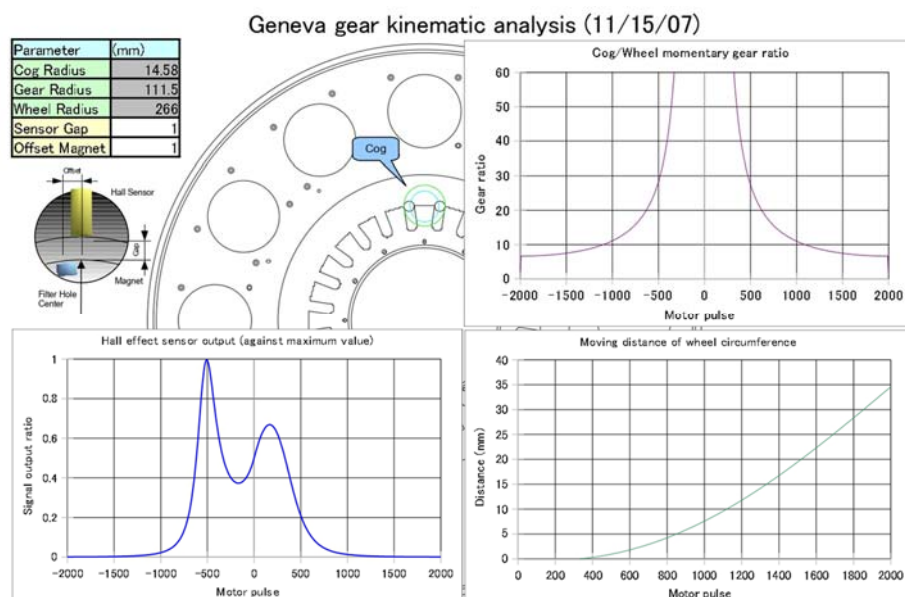


図 6 ゼネバギアの動きとセンサー出力の関係

5. IRIS でのホールセンサ利用

IRIS での撮像部分（日本担当）で使用する位置決めのためのホールセンサの数はおよそ 80 個以上になる見込みである。さらに要求仕様によると、位置決め精度は 0.1mm を達成しなければならない。現在は基礎実験としてホールセンサの読み出しを行うために、ホール素子の基板上への実装までは進んでいる。

また読み出しの精度を出すために、読み出し方法の検討も行っている。MOIRCS では磁石をセンサーに対して正対させていたが、IRIS では横置きにして磁石の中心付近で電圧出力がゼロになるようにする。（ゼロクロス）

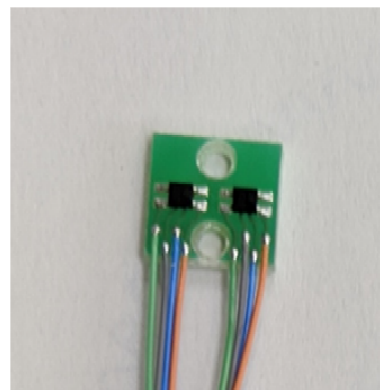


図 7 ホール基板

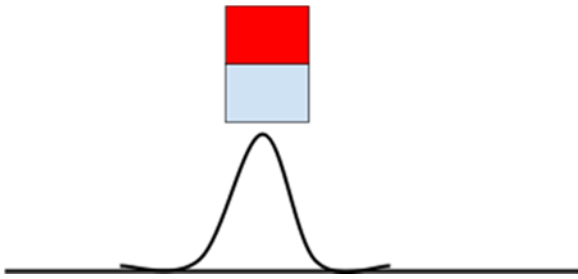


図 9 正対

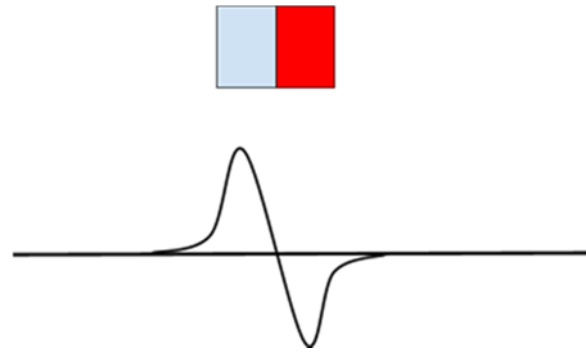


図 8 ゼロクロス

6. 今後の課題

今後は以下の様な基礎実験や対策が予定されているが、精密な位置決め方法は検討が必要である。

1) ホール基板上のホールセンサの耐冷試験

冷却と昇温を繰り返すとはんだの剥がれや、チップその物の故障が発生する。ある程度大量にホール基板を作成し、耐冷試験に耐えたものを採用する。

2) ホールセンサ読み出し試験

基礎実験の一つであり、まずは道具の揃っていない状態で読み出しができるかを試験する。

3) ノイズ対策

ホールセンサの出力には相当のノイズが混入する。EMI対策やケーブル長の検討などが必要となる。