

作りながら学ぶ初めてのセンサ回路〈第6回〉

磁力の大きさや物体の動きを非接触で測れる！

ホール素子を使った ガウス・メータの製作

島田 義人
Yoshihito Shimada



磁気の強さを定量的に知るにはどうしたら良いでしょうか？磁石の吸引反発力を利用して磁気の強さを測定する方法も考えられますが、これでは微弱な磁界の変化はキャッチすることができません。

そこで今回は、磁気センサの中でも代表的なホール素子を使って、写真6-1に示すようなガウス・メータを作ってみましょう。

ガウス・メータの用途は磁気を測定するだけではありません。磁気を介することで測定対象物の運動を非接触で検出することにも使えます。例えば、振動・回転する機械などに磁石を取り付ければ、非接触で微小

な位置変動やモータの回転数の変動などを検出することができます。

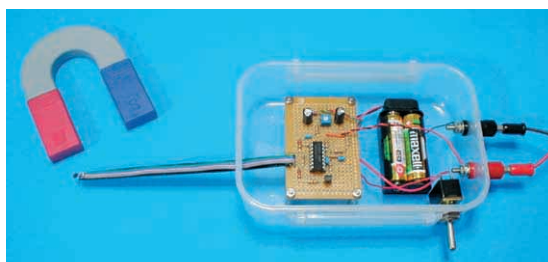
さらに、ガウス・メータは電流計としても応用できます。電線に電流を流すと周囲に磁界が発生します。電流と磁界の強さは比例関係にあることから、磁気の強さを測ることで電流値を知ることができます。

磁気センサの種類

地球上の生物は地磁気の中で生活しています。渡り鳥やサケ、マグロなどは、体内に生物磁石をもっていて、それを磁気センサとして働かせ、地球の磁気を頼りに方向を定めて移動しているという説があります。

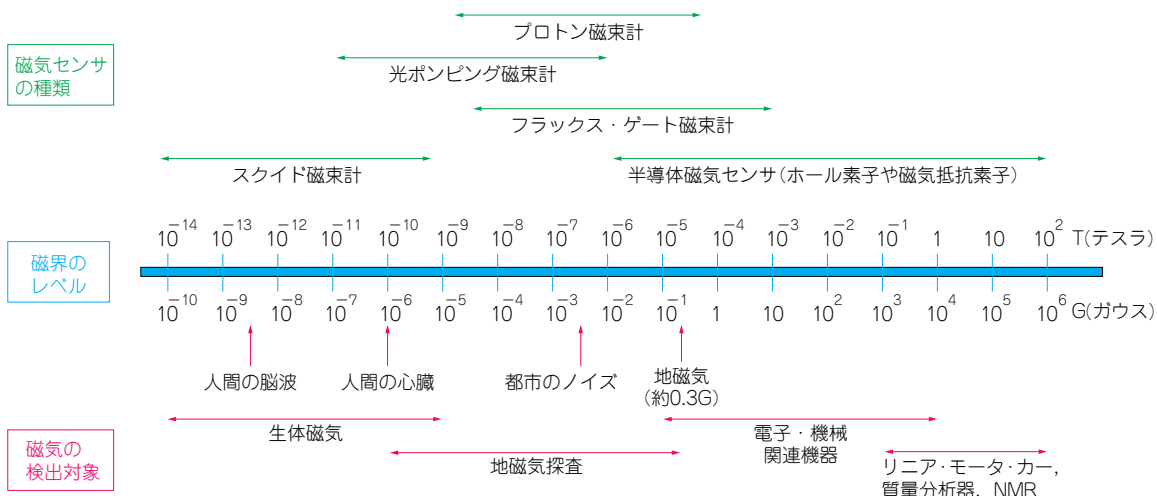
人間は身近な磁気を感じる適当な感覚器官をもち合わせていません。そこで古くから磁石を使った方位磁針(コンパス)を使い、現在では電子機器の分野の発展とともに、いろいろな磁気センサを開発してきました。

図6-1に磁界レベルと、それに対応する主な磁気センサを示します。半導体磁気センサであるホール素子や磁気抵抗素子は、広範囲な磁界のレベルを検出で



〈写真6-1〉製作したガウス・メータの外観

〈図6-1〉磁界レベルと対応する主な磁気センサのレベル



き、小型化、集積化が容易なため一般的に広く使われています。

スクイド磁束計は超高感度で、脳や心臓など人体から発生するわずかな磁界を測定できます。これらに加えて、磁気共鳴を利用したプロトン磁束計、光ポンピング磁束計、磁界変化をベクトル量で測定できるフラックス・ゲート磁束計などがあります。

図6-1に示した磁界のレベルは、磁束密度の単位で表示しています。磁界強度の単位は $[A/m]$ です。透磁率が1の場合、磁束密度はその $\mu_0 (\div 4\pi \times 10^{-7})$ 倍で与えられ、単位はT(テスラ)です。また磁束密度に関してはG(ガウス)も使われることが多く、 $1 [T] = 10^4 [G]$ という関係です。

ホール素子の原理

ホール素子は、磁界を電圧として出力する半導体磁気センサです。ホール素子 THS119 の外観を写真6-2に示します。THS119は4端子素子で、それぞれ1

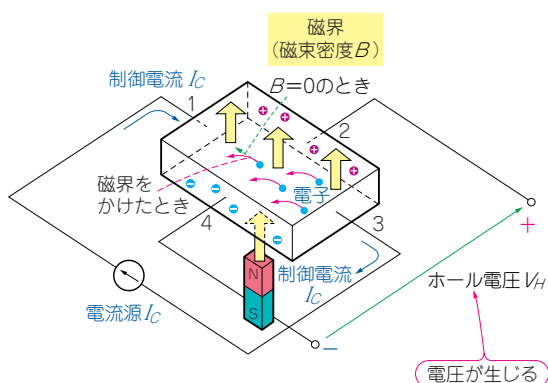
対の入力端子と、出力端子をもっています。

図6-2にホール素子の原理図を示します。半導体に電流を流すと、内部の電子は電流の方向と逆方向に移動します。ここで外部から磁界を加えると、電子に電磁力が作用し、運動方向が曲げられます。この電磁力のことをローレンツ力と呼んでいます。

この電磁力は、図6-3に示すように「**フレミングの左手の法則**」に従います。人差し指を磁界の方向、中指を電流の方向とすると、親指の方向に力が発生するという法則です。半導体内部で移動する電子に電磁力が作用すると、電流と磁界の双方に垂直な方向に電圧が生じます。

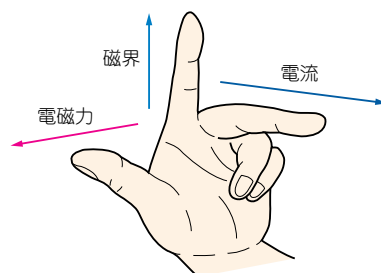
この現象は1879年、アメリカの物理学者ホールによって発見されました。発見者にちなんで、この現象を「ホール効果」(Hall effect)、この電圧を「ホール電圧」と呼んでいます。ホール電圧 V_H は、磁界の方向が逆になれば極性も逆になります。

〈図6-2〉 ホール素子の動作原理図



〈写真6-2〉 ホール素子 THS119 [株東芝] の外観

〈図6-3〉 フレミングの左手の法則



〈図6-5〉⁽¹⁾ THS119のホール電圧と磁束密度の関係

〈図6-4〉⁽¹⁾ THS119のホール電圧と制御電流の関係

