

フラックスゲート磁力計の仕組み

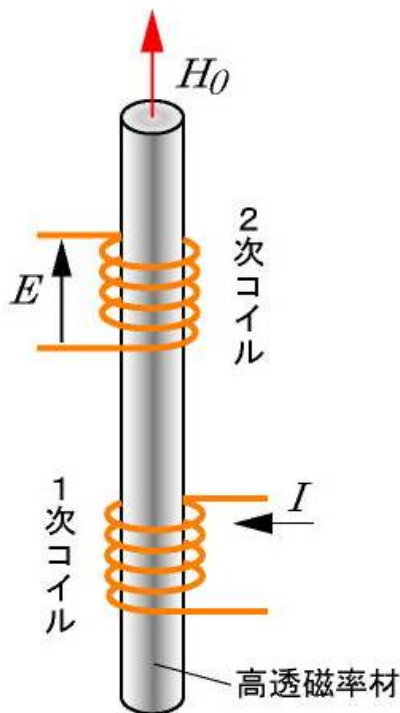
物理探査ハンドブック（物理探査学会編（1998）、第9章3節（牧野雅彦）より）

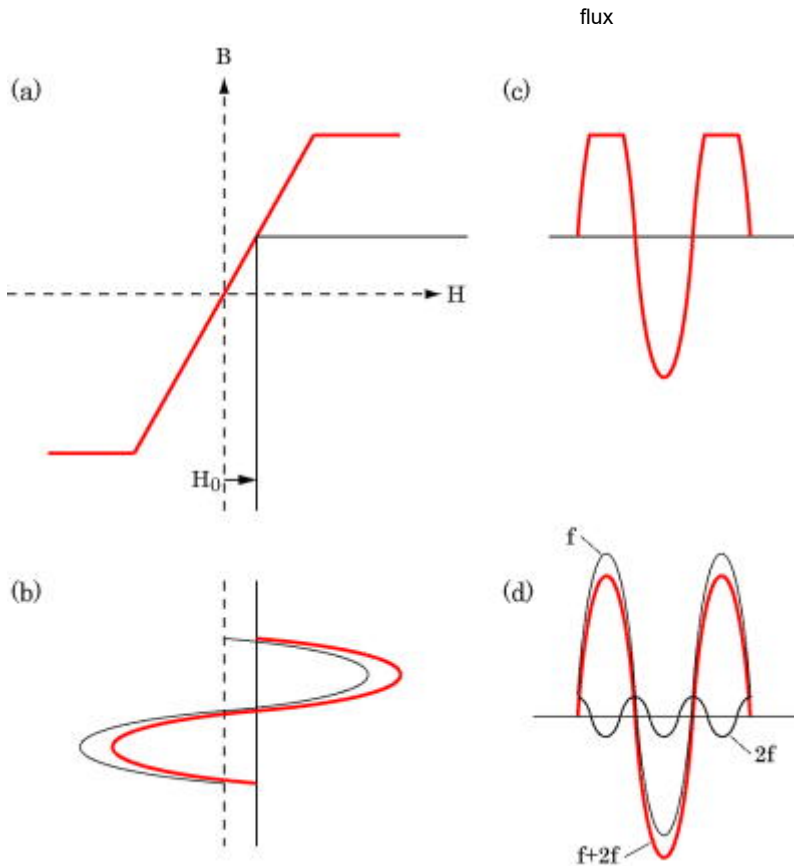
- フラックスゲート磁力計では、高透磁率材料の磁化飽和性を利用して磁場の1方向成分を測定する。

- 原理

- フラックスゲート型磁力計のセンサーは、高透磁率磁性材料でできたコア（鉄芯）にそれぞれ逆向きの一次および二次コイルが巻かれたもの。

一次コイルに交流を流すことによってコアを励磁して外部の直流磁界によって生じる二次側の出力電流から磁界強度を求めるのが一般的な原理。





<http://www.n-buturi.co.jp/service/burying/gradiometer.html>より

- 一次コイルに変化電流 I を流して、鉄芯中に磁束 ϕ を発生させ、

その ϕ の変化によって二次コイルに誘導電圧 E を発生させる。

鉄芯の断面積を S とすると、磁束密度は ϕ/S となる。

この B は磁化力 H によって鉄芯が磁化したことによって生じたもので、その H の源が電流 I になる。

- H と B との関係は鉄芯の磁気特性によって規定される。

鉄芯はパーマロイのように透磁率が非常に高く、小さな場でも容易に B が飽和される材料を用いる(図(a))。

- 1次コイルに周波数 f の交流(正弦波)を流すと、磁性体の飽和特性のため2次コイルには正弦波からずれた交流が現れる。

言い換えると、電流 I を周波数 f の交流(正弦波)とすると、 H も同様な正弦波形となる。

B も基本的には周波数 f で変化するが、この際 B の正負のピークは飽和してややつぶれるように H の振幅を調整する。

この鉄芯に地球磁場(特に H_0 とします)がさらに加わると、その分だけ鉄芯中の

磁場は一方にかたよる (図(b)) 。

これによるBの波形は、片側のピークが強うつぶれて非対称なものとなる (図(c)) 。

この非対称性 (歪) の度合を検出することで H_0 を測定できる。

非対称性の目安として、そこに含まれる $2f$ 成分の正弦波の振幅を用いる。

- その意味を同図(d)で解説すると、 f と $2f$ の2種の正弦波形 (実線) を図のように配置して加えあわせると、

点線のように正のピークは低下し、負のピークは絶対値としては大きくなる。

波形の非対称性が強まるほど (H_0 が大きいほど)、 f 成分に対する $2f$ 成分の比は大きくなる。

二次コイルの誘導電圧は当然 $2f$ 成分も含んでいる。

この振幅 (電圧) を適当なフィルタを通して検出し、実験的に定まる係数を乗じると磁場の強さ H_0 が得られる。

このような原理で磁場 H_0 を求めるのがフラックスゲートセンサーである。

○ 装置

- 実際のフラックスゲート磁力計では様々な測定の工夫がなされている。

一本の磁芯のみを用いるのではなく、特性の同じ二本の磁芯を反平行に接続して束ね、その全体の上に二次コイルを巻く。

そうすると、基本波と奇数次の高調波成分は相殺されて、偶数次の高調波成分のみが二次コイルに現れる。

さらに、この二次コイルに直流電流を流して外部磁場を打ち消すようにすると二次コイルに交流成分が生じないこととなるので、

直流成分に適切なフィードバックを施すことによりその電流値として磁場の値を読みだすことが可能になる。(図9.16 a)

- 図9.16 bの回路は、この考え方を応用した実用回路の例である。

図9.16 aの2本の磁芯を変形させて接続し一つの環の形にしたリングコア型 (図

9.16 c) とすることができ、

磁芯の終端が無いいため優れた特性の磁力計が構成できる。

- フラックスゲート型磁力計の最大の特徴はコイル軸方向の磁場成分を測定できることである。

3本のフラックスゲートを直交させれば、そのセットで三成分磁力計となり磁場ベクトルを測定できる。

短所としてはコイルの熱膨張や磁芯材料の特性のためドリフトや温度特性を生じる点がある。

- 固定点での磁場三成分の変化測定に重用されるが絶対精度ではプロトン磁力計よりも劣る。

移動体での測定では精度の高い姿勢情報が必要となりその使用は特別な場合に限定される。

また磁力計がコンパクトに構成されることから、ボーリング孔内の磁気検層に応用される。

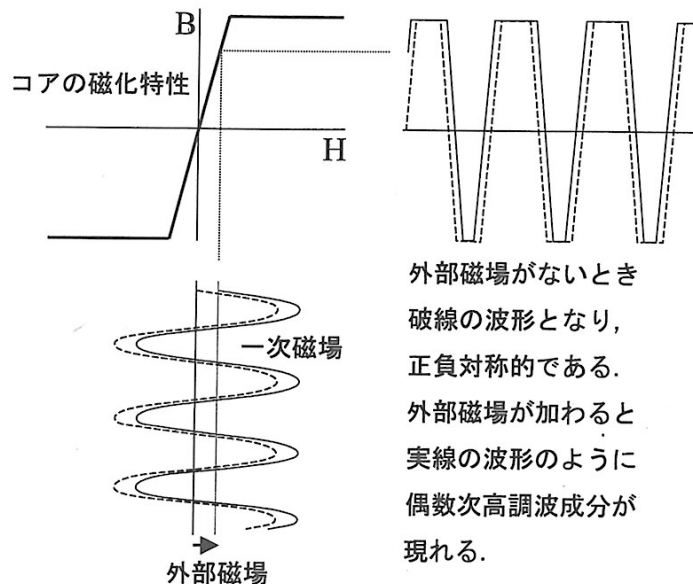


図9.15 フラックスゲート磁力計の原理

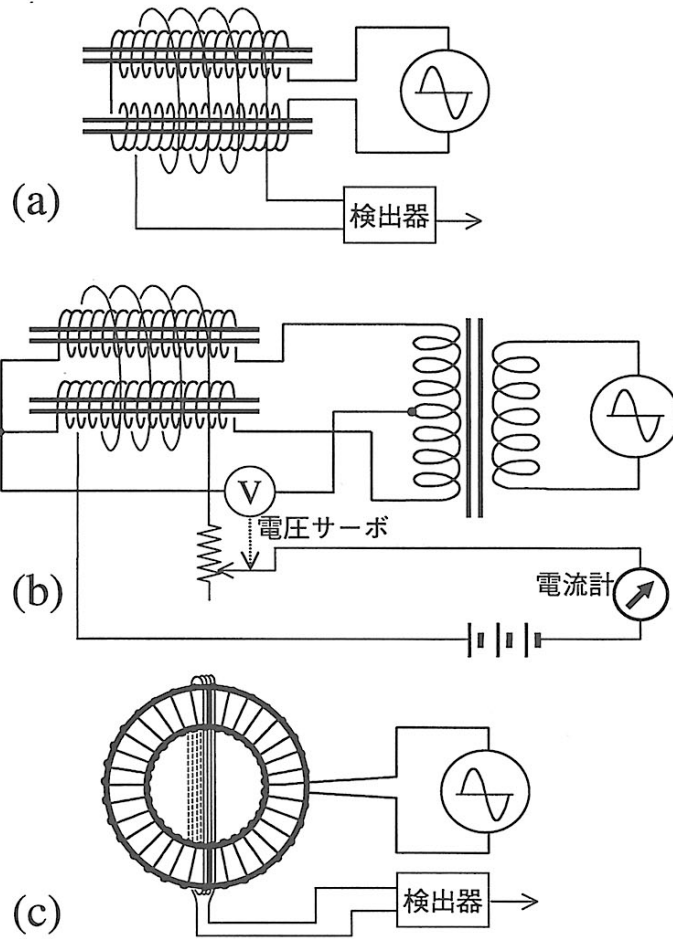


図9.16 フラックスゲート磁力計の構成
 (a)2 磁芯差動型, (b)2 磁芯並列型,
 (c)リングコア型

