

リング磁性体とシールドリングを用いた差動トランス方式角度センサ

浦井 治雄
(広島国際大学工学部)

An Angular Sensor with Differential Transformer Structure using a Ferrite Ring Partially Shielded by a Conductor Ring
Haruo Urai
(Faculty of Engineering, Hiroshima International University)

はじめに

差動トランス型変位センサは線状軟磁磁性体の局所的透磁率がその長さ方向で2次関数的に分布していることにより実現される^[1]。一方、軟磁性体に設けた導体シールドリングは、その部分の磁性体の磁束を交流的に零にする現象が古くから知られている^[2]。これをリング磁性体に適用すると、両端が開いた直線状磁性体と等価になり、その局所透磁率の分布が2次関数的であれば、差動トランス構成を適用することが可能となる。本研究では、リング磁性体に導体シールドリングを設けたときの局所インダクタンスの分布を、磁性体分割の1次元モデルで見積もり、実測と比較し、さらに差動トランス出力のシールドリング位置依存性から、角度センサへの適用を議論する。

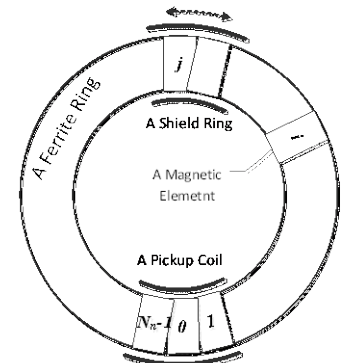


Fig.1 A calculation model for a shielded ring.

リング磁性体の局所透磁率の1次元モデル計算

Fig.1 に示すように、矩形断面のリング磁性体の断面を円形に等化し、周方向に円盤要素で分割する。各磁気要素から発生する磁界はその中心軸上の成分のみとする。リングを Nn 個の要素で均等に分割する。各要素の磁気エネルギーの総和は、各要素の未飽和条件では、各要素の内部磁界が0の場合に実現する。即ち、電流で規格化したピックアップコイル磁界 $h_0(i)$ 、各要素の電流規格化磁化 $m(i)$ 、磁化と電流で規格化した各要素間の磁界強度係数 $h_m(i,j)$ を用いると、

$$h_0(i) + \frac{1}{2\mu_0} \sum_{j=0}^{Nn-1} m(j)h_m(i,j) = 0$$

ここで、 $h_m(j,j)$ は、要素 i に対する要素 j からの右まわりと左回りの磁界強度の和を表す係数である。シールドリングの内部の要素では、磁界要素の磁化と磁界強度係数を強制的に0とする。

計算結果と実測の比較と角度センサへの適用

内外径 $19\phi - 30\phi$ 、厚さ 7.5mm の軟磁性フェライトに 20T の 5mm 長さピックアップコイル(PC)と同長の Cu シールドを設けた試料に対して、PC のインダクタンスのシールドリング位置依存の計算結果と実測の比較を Fig.2 に示す。絶対値的には30%程度計算値は小さいが、いずれもきれいな2次関数分布を示している。さらにPCの両側に各 20T 差動コイルを設けて、 30kHz 、 100mApp 駆動条件で励磁し、PC 出力のシールドリング位置 (角度表示) 依存を求めると、Fig.3 に示すように、 $\pm 100^\circ$ の範囲では非常にきれいな直線の結果を得た。即ち、角度センサとしてのポテンシャルが実証されたといえよう。

参考文献

- 1) 山田 一, “差動変圧器の変換理論,” 電気学会雑誌, 1968年 vol.88-6.
 - 2) 浦井 治雄, “変位演算素子”. 特許番号: 特許登録第 1862721 号 (平成6年8月)。
- H25 年度学生竹川徹、佐々木優両君の本実験のデータ採取協力に感謝します。

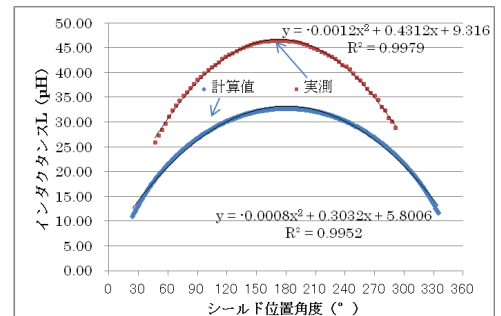


Fig.2 Coil inductance comparison between calculation and experiment.

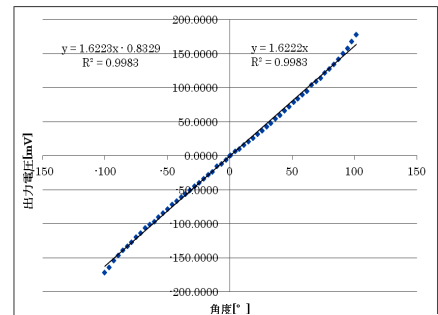


Fig.3 Differential transformer output for a ring ferrite with a shield ring as a function of shield ring position angles.