

針状磁気プローブによる低透磁率材料の微小残留磁気の測定

南谷 保, 若浦 大, 山田 外史
(金沢大学)

Measurement of minute remnant magnetization by Needle Type Magnetic Probe
Tamotsu Minamitani, Dai Wakaura, Sotoshi Yamada
(Kanazawa University)

はじめに

地磁気レベル以下の微小な残留磁気(10^{-8} ~ 10^{-6} T)を簡易な測定器にて測定することは、古代の地磁気、雷電流の挙動の解明などに大きく貢献することが期待されている。しかし、これまで微小な残留磁化の測定には磁気シールド、高感度の磁気センサが必要であり大規模な測定システムとなっていた。そこで、磁気シールドなしで汎用の磁気センサ(たとえばMI,GMRセンサ)を用いて、2次元成分の残留磁気を簡易に測定できることを報告した¹⁾。課題は3次元成分の測定であり、そのためには穴径を小さくすることが必要であった。そこで、GMRセンサを付けた針状磁気プローブを用い、直交する小さな2個の穴にて3方向成分を測定することを行ったので報告する。

測定原理

立方体形状の円筒穴中では磁束密度ベクトルがほぼ均一であることを利用して、Fig.1の測定システムを考案した。センサは試料の円筒穴中央分に配置し、センシング方向を穴に対し垂直方向(x軸方向)とする。この装置ではセンサを固定し、試料を回転させる構造となっている。磁気センサからみて、地磁場は均一成分であり直流成分、試料の磁化成分は円筒穴の磁束密度は回転させることで交流成分として検出される。磁気センサの直流成分をカット、交流成分を取り出すことで、穴と直交する円筒穴内の磁束密度の振幅とx軸に対する磁化方向が推定できる。

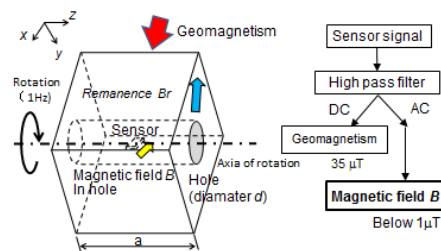


Fig. 1 Detection system of remnant magnetization.

試料サイズと磁束密度の関係

針状磁気プローブの針形状の寸法は 0.4×0.4 mm、長さ30 mmであり、MI²センサ(11×2 mm)より円筒穴径を小さくできる。これにより、試料のサイズはこれまでの試料($a=35$, $d=13$ mm)より大幅に小型化が可能となる。かつ、試料寸法比 a/d (試料長/穴直径)と穴内の磁束密度の大きさはFig.2の関係があり、小型化により円筒穴内の磁束密度が数%大きくなる。

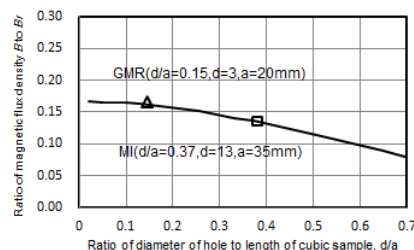


Fig. 2 Ratio of B in the center of hole to remanence B_r .

実験結果と考察

測定試料($a=20$, $d=3$ mm)は、マグネタイトの微粒子をエポキシ系樹脂に重量濃度1.0%で混ぜ固めて作成した。針状磁気プローブを用いて試料の円筒穴内の磁束密度を測定した結果をFig.3に示す。この信号をロックインアンプにて処理することにより、 10^{-6} Tレベルの磁束密度、信号の位相から磁化方向が測定できることが確認できた。

以上から、径の小さな針状GMR磁気プローブを用いることで、小さな試料サイズで方向の異なる2穴を開け、2穴内の磁気計測を行うことで3方向成分の測定が可能となる。

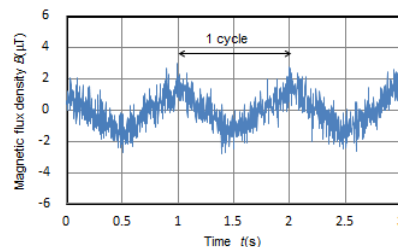


Fig. 3 Measured signal by GMR probe.

参考文献

- 1) T.Minamitani, D.Wakaura, S.Yamada, *Digest of 2014 JIEE Annual Conference*, 2-127, 2014.
- 2) Nanotesla sensor, Aichi Micro Intelligent Co.: http://www.aichi-mi.com/magnetometer/type-dh_en.htm.