

空隙 50 mm の磁気ハイパーサーミア用 磁気回路型磁場発生装置の作製と磁場特性評価

長谷川 諒, 佐藤 暢彦, 中川 貴, 清野 智史, 山本 孝夫
(大阪大学大学院 工学研究科)

Fabrication and magnetic property estimation of
the 50-mm gap magnetic circuit type magnetic field generator for magnetic hyperthermia
R.Hasegawa, N.Sato, T.Nakagawa, S.Seino, T.A.Yamamoto
(Osaka University Graduate School of Engineering)

1. 研究背景

近年、がんの温熱療法の一つである磁気ハイパーサーミア療法が注目されている。磁気ハイパーサーミア療法は適切な発熱体をごん患部に挿入し、体外から交流磁場を印加することでがん患部を加温する。発熱体を挿入してがん患部だけを局所的に加温することが可能であり、正常部位への影響が少ない低侵襲な治療法である。発熱体として金属製の針や磁性バルク体、磁性流体などが検討されており、これらの多くは発熱量が磁場強度に強く依存する。そこで、発熱体が生体内のどの位置にあっても最適な温度まで上昇させるために、体内の広い領域で均一 ($\pm 5\%$) かつ高強度の交流磁場を発生できる装置が求められている。これまでに我々は、フェライトコアで磁気回路を構成した磁場発生装置の有効性を電磁場解析により示してきた¹⁾。本研究では磁極間距離が 50 mm、磁極面積が 90 mm×90 mm の装置を作製し、実際に装置を駆動させて評価を行うことで磁気回路型磁場発生装置の有効性を示す。

2. 実験

E コアを向かい合わせ中央突起部 (磁極) にコイルを巻き、中央に 50 mm の空隙を持つ磁気回路型磁場発生装置を作製した (Fig. 1)。磁気回路にはフェライト (TDK, PC40) を用いた。励磁電流を 8.2 A-rms とし、空隙中央部に 30 Oe-rms の磁場を発生させ、ピックアップコイル (断面積: 1 cm², 軸長: 1.5 mm) によって磁場強度の空間分布を測定した (Fig. 2)。また、電磁場解析ソフト (ANSYS Maxwell 3D 12) を用いて発生している磁場強度の空間分布を評価した。

3. 実験結果と考察

装置を駆動させた際、フェライトの磁気損失に起因する温度上昇は 30 分間の駆動で 14 度となった。また、フェライトの中央突起部 (磁極) の角周辺はコイルの巻き線近傍であるため磁場強度が大きくなることなど、実測と解析で磁場分布の傾向が一致した (Fig. 2)。そして、実測した磁場強度は設計目標の $\pm 5\%$ 以内の均一性を持つことが分かった。

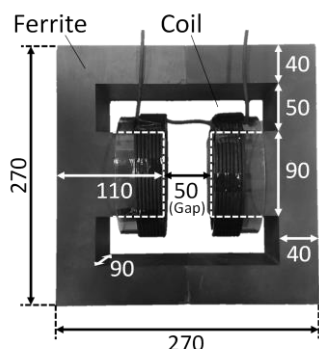


Fig. 1 Magnetic field generator.

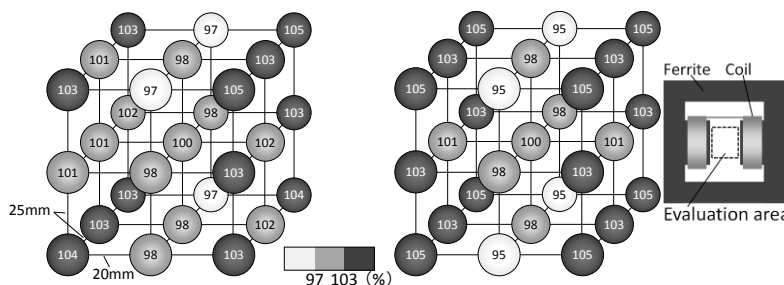


Fig. 2 Distribution of normalized magnetic field strength.
(Left: Experimental value, Right: Analytical value)

参考文献

- 1) M.Takahashi, T.Nakagawa, S.Seino, T.A.Yamamoto, "Design of magnetic circuit for radiofrequency hyperthermia", J. Magn. Soc. Jpn. 38 (2014) 102-106.