

磁気ハイパーサーミア用磁場発生装置に生じる磁場と電場の分布

中村 省太、藤枝 俊、清野智史、中川 貴、山本孝夫
(大阪大学 大学院工学研究科)

Distribution of magnetic and electric fields in magnetic circuit type field generator for magnetic hyperthermia

S. Nakamura, S. Fujieda, S. Seino, T. Nakagawa, T. A. Yamamoto
(Graduate school of Engineering, Osaka Univ.)

緒言

磁気ハイパーサーミア療法は、がん細胞周辺に磁性発熱体を注入し、体外から交流磁場を印加することにより発熱させ、がん細胞のみを局所的に加熱して死滅させる治療法である。本療法に使用する磁場発生装置は、人体が入る広い範囲に強力な交流磁場を発生させる能力が求められる。本研究グループでは、実験およびシミュレーションにより対向型励磁コイルを用いた磁場発生装置が、磁極間の比較的広範囲に均一な交流磁場を発生させる方式として有効であることを明らかにしてきた。一方、強力な交流磁場を広範囲に発生させるためには、非常に大きな電流を要するため、強い電場が生じることが懸念される。高周波数帯の電場は人体に対して熱作用を引き起こすことが知られており、磁場発生装置から生じる電場について検討する必要がある。そこで本研究では、50 mm の磁極間距離を持つ磁場発生装置に発生する磁場と電場の分布を明らかにする。

実験方法

磁場発生装置には、E型フェライトコア (TDK, PC40) を用いた (Fig. 1 参照)。フェライトコアに銅チューブを丸形亚克力筒に7巻して励磁コイルを製作した。磁場強度の測定には10巻のピックアップコイルを用い、電場強度の測定には電界プローブ (ウェーブクレスト社, FES-100) を用いた。共振周波数は463 kHz、励磁電流は1.0 A (最大値) 固定とし、測定点を Fig. 1 の磁極中心から y 軸方向に動かしながら測定することで各強度分布を取得した。

実験結果

Fig. 2 に磁場発生装置に生じる磁場強度および電場強度の実測値を示す。磁場強度の最大値は磁極間で発生し、磁極外では中心からの距離が離れるにつれて減衰していることが確認された。一方、電場強度は磁極外の励磁コイル端近傍で最大 (約370 V/m) となり、磁極間において中心に近づくにつれて減衰していくことが判明した。また、磁極外では電場は磁場と比較して緩やかに減衰する。したがって、対向型励磁コイルを用いた磁場発生装置において、コイル端及び磁極外で人体に対する電場の暴露を抑制する対策を講じる必要があるが、治療時に利用される磁極間は電場による人体への影響が少ないことが明らかになった。

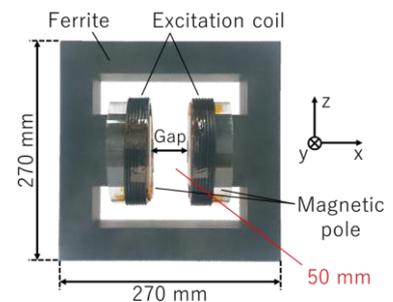


Fig. 1 Magnetic circuit type field generator.

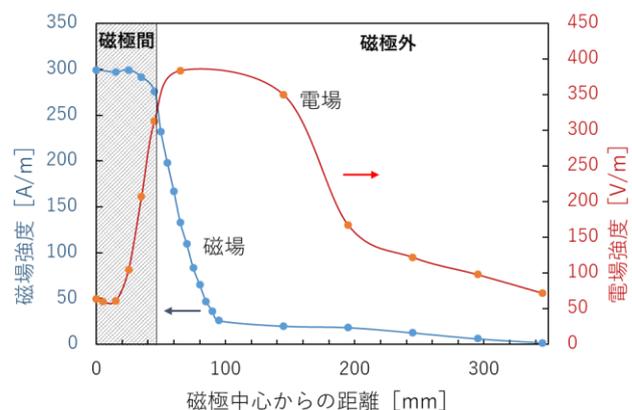


Fig. 2 Distribution of magnetic and electric fields strength.

参考文献

- 1) K. Sugi, T. Nakagawa, S. Fujieda, S. Seino, T. A. Yamamoto, T. Magn. Soc. Jpn., **4**, 111-115 (2020).