

ハイパーサーミヤ用高周波磁界発生器における ブースターコイルによる磁界の増強

山田外史, 池畑芳雄, 林 亮平, 上野敏幸, 柿川真紀子
(金沢大学)

Enhancement of High-Frequency Magnetic Fields
By Using Booster Coils Added to Applicator for Hyperthermia Therapy

S.Yamada, Y.Ikehata, R.Hayashi, T.Ueno, M.Kakikawa,
(Kanazawa University)

はじめに

ワイヤレス給電によるダブルパンケーキコイルの発生磁界の増加, また主な損失のコイル抵抗損失を低減させるため, リッツ線の導線数 ($60\mu\text{m}^{\phi}$, 6000本)の増加が必要であるが製作上の困難である. 本報では, コイルを並列とし, 起磁力を増加させ発生磁界の増強を行った. さらに, それぞれのコイルにコンデンサを付けたLCブースター回路としてワイヤレス給電回路とすることにより, コイルの自己インダクタンス等のバラつきによる並列コイル間の電流の不均一を検討した.

ブースター回路付アップリケータ

Fig. 1は, 平面コイルにて構成されるのがん治療用の誘導加熱形ハイパーサーミアの励磁コイルシステムである. 体をサンドイッチするように上下コイルが配置され, また上下コイルを直列にすることによるインダクタンスの増加, すなわち励磁電圧の増加を抑制するため, 磁電磁誘導形ワイヤレス給電により一方の電流を流している^{1),2)}.

このシステムの磁界発生を増加させるため, Fig. 2に示すように上下コイルを2並列回路(2×2コイル)とした. 並列に巻いたコイルは, LCブースター回路として電磁誘導により給電する. この等価回路は, Fig. 3となる. 上コイルの一方のみに直接電源に接続し, 他の3コイルには共振用コイルが直列接続される. 抵抗はコイル損失等を含めた等価直列抵抗である. 各コイル, コンデンサの値は基本的には同じ値とする. 上下の並列コイル間の結合係数 $k=0.95$, また上下コイル間の結合係数 $k=0.065$, コイルのインダクタンス値 $L=6.0\mu\text{H}$, コンデンサ値は $0.29\mu\text{F}$ である.

シミュレーション結果とまとめ

Fig. 3に示す等価回路にてシミュレーションした結果を Fig. 4に示す. パラメータの値は, 計測によって得られたものを使用した. 上下のそれぞれのコイルに流れる電流はほぼ同位相の同振幅であり, かつ利用する共振周波数(f_1)近傍では, 上下コイルにおいても同じとなる. また, シミュレーションの結果は, コイルの自己インダクタンス, コンデンサの値の変動による電流の不均一性は大きく抑制できることが明らかになった.

参考文献

- 1) S.Yamada, et al, : *J. Magn. Soc. Jpn.*, **37**, 282 (2013).
- 2) S.Yamada, et al, : *J. Magn. Soc. Jpn.*, **38**, 37 (2014).

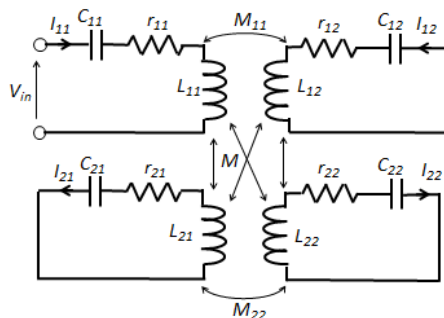


Fig. 3 Equivalent circuit of applicator.

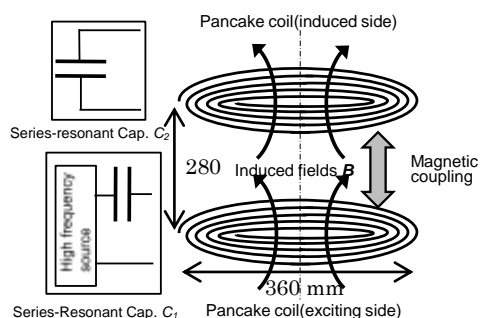


Fig. 1 Applicator with wireless transmission system.

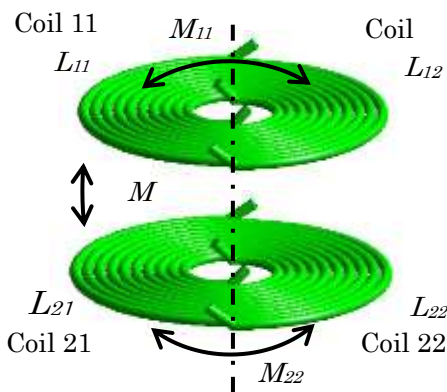


Fig. 2 Double pancake coils with parallel coils.

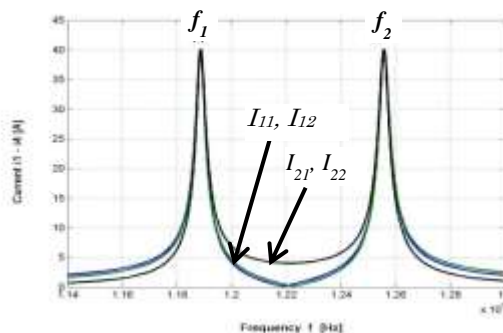


Fig. 4 Frequency characteristics of currents.