

経皮エネルギー伝送用コイル形状がインダクタンス及びESRに与える影響

東京大学大学院医学系研究科生体物理医学専攻医用生体工学講座

村上 遥, 斎藤 逸郎, 阿部 裕輔

Haruka MURAKAMI, Itsuro SAITO, Yusuke ABE

1. 背景

現状、人工心臓は体外電源から人工心臓まで体を貫通するケーブルにより電源供給を行っている。このケーブルは使用者に日常生活上の不便を強いるだけでなく、細菌感染のリスクも生じさせるため、ケーブルを除去し無線で電力伝送するシステムとして経皮エネルギー伝送システム(TETS)が研究されている。

従来のTETSでは、伝送用コイルをリッツワイヤーなどで作製するため固く厚みがあり固定しづらいために、体内外のコイルの位置ずれによる伝送効率の低下や、周辺組織の圧迫を引き起こすという問題があった。

2. 目的

本研究は、薄く湾曲可能な経皮エネルギー伝送用コイル(フレキシブルコイル)を作製し側胸部に埋め込むことで、効率低下の主な原因となっている位置ずれそのものを防ぐことを目的とする。フレキシブルコイルは使用者の身体への負担軽減にもつながる。本研究ではTETSに用いるために適切なフレキシブルコイルの形状を検討するため、同インダクタンスで等価直列抵抗(ESR)を小さくするための条件を探った。

3. 方法

フレキシブル基板を用い、直径78~126 mm、内径32~84 mm、巻き数2~36回、スリット数0, 8, 25, 50本の異なるコイルを12種類作製し、同型のコイルを直列、並列に数枚接続した状態でインダクタンス及びESRを測定した。

■ 著者連絡先

東京大学大学院医学系研究科生体物理医学専攻医用生体工学講座
(〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 医学部3号館別棟2階)
E-mail. hmurakami@bme.gr.jp

表1 フレキシブルコイルの形状、接続方法によるインダクタンスおよびESRの違い

コイル Ver.	直列/並列 枚数	片面/両面	インダクタンス (uH)	ESR (mΩ)	線幅 (mm)	巻き数 (回)	直径 (mm)	内直径 (mm)
1-2	1	片面	72.61	7,222	0.6	33	98.0	32.0
1-3	1	片面	62.85	5,538	0.7	31	99.0	30.8
2-1	1	片面	20.03	1,639	1.5	17	98.8	34.2
2-1	並列×2	模擬両面	80.74	3,154	1.5	34	98.8	34.2
2-2	並列×2	模擬両面	67.94	2,617	1.7	30	96.6	33.6
2-3	並列×2	模擬両面	9.80	663	5.0	12	97.2	32.4
3	1	両面	5.01	621	5.2	12	78.0	8.4
4	1	両面	10.14	847	0.127×25	12	104.7	32.7
5	1	両面	87.39	4,149	0.127×8	24	114.0	65.5
5	並列×3	両面	95.64	2,419	0.127×8	24	114.0	65.5
6	1	両面	0.89	81	0.127×50	2	106.0	83.5
6	直列×3	両面	6.29	277	0.127×50	6	106.0	83.5
6	直列×4	両面	10.89	395	0.127×50	8	106.0	83.5
6	直列×5	両面	16.78	567	0.127×50	10	106.0	83.5

4. 結果

結果を抜粋したものを表1に示す。

コイル Ver. 1-3と Ver. 2-1の2枚並列との比較より、コイルを両面基板にすることで同等の直径でESRを低くできることが判明した。

巻き数が同じコイル Ver. 2-3, Ver. 3, Ver. 4の比較より、Ver. 2-3と Ver. 4では内直径が等しいこと、Ver. 2-3と Ver. 3ではESRにあまり差がないことから、同程度の大きさのコイルでは内径を大きくした方が良かった。

コイル Ver. 4と Ver. 6の4枚直列とを比べると、同等のインダクタンスで、ESRが約半分になった。

5. まとめ

片面1巻きの両面コイルを直列に接続することで、同程度の直径のコイルを並列に接続したときよりも同等のインダクタンスで半分以下のESRにすることができた。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。