

# 생체 삽입용 의도기기를 위한 전력 및 데이터 동시 전송 모듈 A Wireless and Simultaneous Transmission Method for Both Power and Data into Implantable Medical Devices

\*안해민<sup>1</sup>, 정상훈<sup>1,2</sup>, 조성은<sup>1</sup>, 서관교<sup>2</sup>, 김용환<sup>1</sup>

\*H. R. Ahn<sup>1</sup>, S. H. Joung<sup>1,2</sup>, S. E. Jo<sup>1</sup>, Jun-Kyo Francis Suh<sup>2</sup>, #Y. J. Kim(yjk@yonsei.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 기계공학과, <sup>2</sup>한국과학기술연구원

Key words : Wireless power transmission, Simultaneous, data transmission, implantable, inductive coil

## 1. 서론

생체 삽입용 의도기기에 전력을 공급하기 위한 무선 전력전송기술은 유선으로 전력 전송시의 피부를 관통하는 전선등으로 인한 불편함과 대용량 체내 삽입용 배터리를 통한 전력공급시의 배터리 교환을 위한 재수술 등의 단점을 보완할 수 있다. 대표적인 무선전력전송 기술 중 inductive link를 이용한 방식은 생체 적합성 및 전송효율 측면에서 optical power supply 방식보다 유리한 장점을 갖고 있다. Inductive link를 이용하는 전력전송시스템은 체외에서 전력을 전송하는 발신부 코일과 체내 삽입되는 수신부 코일로 구성된다.[1-3] 하지만 기존의 inductive link들의 발신부 및 수신부 코일은 체내 삽입된 의도기기에서 발생한 데이터를 전송하기 위한 data link로 사용하는데 있어서 전력전송 link와의 간섭문제를 일으킬 수 있다.

본 연구에서는 발신부와 수신부 코일 사이의 inductive link를 통해 데이터와 전력을 동시전송할 수 있는 유도코일 array를 제안한다. 제안하는 기술의 유도 코일은 유연인쇄회로기판을 기반으로 한 sheet형으로 제작되었으며, 시뮬레이션과 주변회로를 통해 전력과 데이터 전송 주파수 대역을 서로 다르게 사용함으로써 전력과 데이터 전송시 간섭이 일어나지 않도록 하였다. 제작한 코일array의 전력 및 데이터 전송효율은 실험을 통하여 확인하였다.

## 2. 본론 2.1 설계 및 제작

유연인쇄회로기판에 코일을 그림1과 같이 제작하였다. Matlab을 사용하여 코일의 자체 인덕턴스(L), Coupling coefficient(k)와 효율( $\eta_{12}$ ) 등을 계산하였다. 계산에 사용된 식은 다음과 같다.[1]

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} \quad (1)$$

$$Q = \frac{\omega L}{R_s} \quad (2)$$

$$\eta_{12} = \eta_1 \cdot \eta_2 = \frac{P_1}{P_s} \cdot \frac{P_L}{P_2} = \frac{k^2 Q_1 Q_L}{1 + k^2 Q_1 Q_L} \cdot \frac{Q_2}{Q_2 + Q_L} \quad (3)$$

여기에서 M은 코일간의 상호인덕턴스,  $L_1, L_2$ 은 발신부와 수신부 코일의 자체 인덕턴스,  $Q_1, Q_2$ 는 발신부와 수신부의 Q factor,  $\eta_1, \eta_2$ 은 발신부와 수신부 코일의 효율,  $\eta_{12}$ 는 전체 전송 효율이다. 이를 토대로 코일의 기하학적 구조를 결정하였고, 주변 회로구성(Fig. 2)을 통해 전력 및 데이터 전송 유도 코일의 Resonant frequency를 상호간섭이 일어나지 않게 하였다.

## 2.2 실험 결과

실험은 전력전송 코일과 데이터전송 코일 실험으로 나누어 진행하였다(Fig. 3). 자세한 실험조건은 Table 1과 같다.

전력전송용 코일의 주파수별 효율을 측정한 실험조건은 Table1 실험1-4로, 전력전송용 유도코일은 1~20MHz영역에서 실험을 수행하였다. 전송 효율은 Fig. 4(a),4(b)와 같다. 그래프에서 볼 수 있듯이 공진주파수인 6.78MHz에서 코일간의 거리(d)가 5mm이고 선폭(w)이 0.2mm인 코일에서 가장 높은 효율(59.29%)을 얻을 수 있었다.

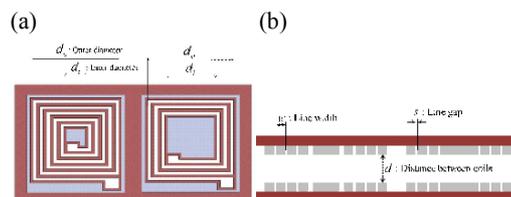


Fig. 1 Coil array. (a)Top view (b)Vertical section

Table 1. Specification of coils & setup

실험	power coil				data coil			
	1	2	3	4	5	6	7	8
d (mm)	5	10	5	10	5	10	5	10
w (mm)	0.2		0.3		0.2		0.3	
s (mm)	0.1				0.1			
Frequency	1-20MHz				60-80MHz			

데이터 전송용 유도코일은 전력전송 코일의 SRF(self resonant frequency) 바깥영역에서 데이터를 전송하여 상호간의 간섭을 방지하도록 주파수 영역 60-80MHz에서 실험이 수행되었으며, 전송효율은 Fig. 5-(a),5-(b)와 같다. 데이터 전송 코일 또한 공진주파수 70MHz에서 가장 높은 효율(76.14%)을 보였다. 그리고 데이터 전송 코일 간의 거리나 선폭에 크게 영향을 받지 않는 것을 실험을 통해 확인하였다.

### 3. 결론

본 연구에서는 생체삽입용 의료기기를 위한 전력 및 데이터 동시전송 모듈을 제작하였다. 체내삽입이 용이하도록 유연소자 기술을 기반으로 제작된 유도코일을 사용하여, 공기 중 1차코일과 2차코일의 간격이 5mm와 10mm에서의 무선전력전송 및 데이터 전송 실험을 수행하였다. 제작된 전력전송 코일과 데이터 전송 코일은 각각 6.78, 70MHz에서 가장 높은 효율을 보여주었다.

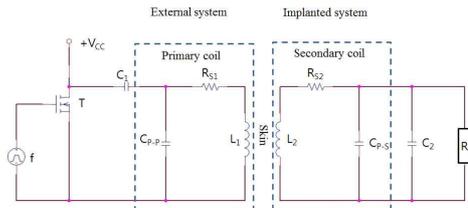


Fig. 2 Equivalent circuit diagram for Wireless Power Transmission system

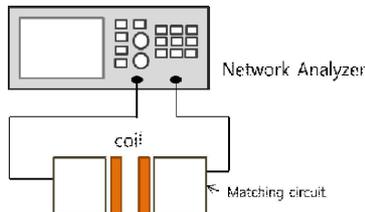


Fig. 3 Block diagram for measuring the S-parameters between coils using a network analyzer.

또한, 데이터 전송용 코일의 효율은 높은 SRF로 인해 발신 및 수신부 코일간 거리에 영향을 적게 받는 것을 확인하였다.

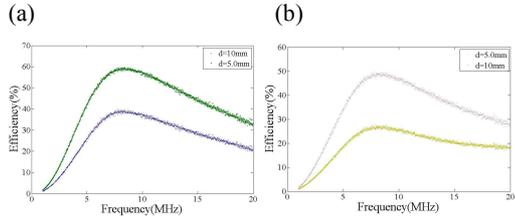


Fig. 4 Wireless power transmission of coils at 5.0mm and 10mm coils gap. (a)Line width of the coils is 0.2mm, (b)Line width of the coils is 0.3mm.

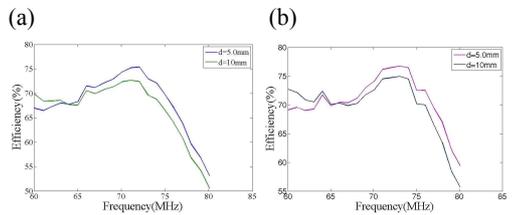


Fig. 5 Wireless data transmission of coils at 5.0mm and 10mm coils gap. (a)Line width of the coils is 0.2mm, (b)Line width of the coils is 0.3mm.

### Acknowledgment

이 논문은 KIST 미래원천기술개발사업(09-296)과 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-공공복지안전사업(2010-0020714)의 지원을 받아 수행되었다.

### 참고문헌

- [1] U. M. Jow *et al.*, "Design and Optimization of Printed Spiral Coils for Efficient Transcutaneous Inductive Power Transmission," *Ieee Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, vol. 1, pp. 193-202, Sep 2007.
- [2] S. S. Mohan *et al.*, "Simple accurate expressions for planar spiral inductances," *Ieee Journal of Solid-State Circuits*, vol. 34, pp. 1419-1424, Oct 1999.
- [3] Z. Hamici *et al.*, "A high-efficiency power and data transmission system for biomedical implanted electronic devices," *Measurement Science & Technology*, vol. 7, pp. 192-201, Feb 1996.