

Inductive Link에 의한 경피적 전력 전달을 위한 Millimeter-Sized Coils의 설계

*손주현¹, *황지수, *송경민, *김중대, *이선우, **류문호, **김종원
*한림대학교 정보통신공학부, **㈜바이오메드랩
jhson¹@hallym.ac.kr

Design of Millimeter-sized Coils for Transcutaneous Power Transmission via an Inductive Link

*J.H. Son, *J.S. Hwang, *K.M. Song, *J.D. Kim, *S.W. Lee, **M.H. Ryu, **J.W. Kim
*Div. of Information and Communication Engineering, Hallym University,
**Biomedlab Co., Ltd.

요 약

본 논문은 캡슐형 무선 내시경이 인체 내에서 어느 방향으로 존재하더라도 전원 케이블 없이 Inductive Link를 통하여 일정한 수백 mWatt의 전력을 안정적으로 공급하기 위한 수신 코일의 설계를 제안한다. 제안된 방법은 무선 초소형 내시경에 사용될 수신 코일을 다차원으로 설계한다. 이 방법은 캡슐형 무선 내시경이 소화기관내에서 어느 방향으로 존재하더라도 일차원의 수신 코일이 이끌어낼 수 있는 최대 전압, 즉 수신 코일이 송신 코일과 수평하게 놓일 때 유기되는 전압의 62%~100%의 전압을 안정적으로 공급할 수 있다.

1. 소 개

무선 에너지 전송에는 사용하는 주파수 범위와 용도에 따라 여러 가지 응용 영역이 있다. 무선 전력 전송(WPT; wireless power transmission)은 마이크로 파장을 사용하여 태양에너지를 무선으로 전송하는 시스템이다 [4]-[6]. 경피적 에너지 전송(TET; transcutaneous energy transmission)은 라디오 주파수의 파장을 사용하여 경피를 통해서 에너지를 전송하는데, 인공심장을 비롯한 생체 이식 장비의 경우 수십 Watt 단위의 에너지를 전송하고 [7]-[9], 신경 자극 장치와 같은 초소형 이식 장치의 경우 수십 mWatt 단위의 에너지를 전송한다 [10]-[11].

캡슐형 내시경을 위한 무선 에너지 전송 시스템은 라디오 주파수의 파장을 사용하여 체외에 위치하는 송신부와 체내에 위치하는 수신 안테나 사이에 수백 mWatt 단위의 에너지를 전송한다. 수신 안테나를 포함하는 캡슐형 내시경이 소화기관을 따라서 움직이기 때문에 송수신 안테나 사이의 거리와 방향에 대해 일정한 전압과 필요한 전력을 낼 수 있도록 고려해야 한다. 여러 가지 무선 에너지 전송 시스템에서 송수신 안테나 사이의 거리에 대한 고려만을 하는 것이 일반적인 반면에, 캡슐형 내시경의 경우에는 방향도 함께 고려해야 한다.

캡슐형 무선 내시경의 수신 안테나를 일차원으로 할 경우 수신 안테나에 걸리는 전압은 식 (1)에 의해 얻어진다. 따라서, 송신 안테나와 어느 정도의 각도로 놓일 경우를 제외하고 원하는 일정한 전력을 안정적으로 이끌어 낼 수 있는 전압이 유도되지 않는다 [1]-[2].

$$V_0 = 2\pi f N S B_0 \cos \alpha \quad (1)$$

여기서,

f = 주파수

N = 수신 코일 루프의 감은 횟수

S = 루프의 단면적(m^2)

B_0 = 수신 자기장의 세기

α = 수신코일과 자기장 사이의 각도

따라서, 본 논문은 캡슐형 무선 내시경의 방향에 상관 없이 내시경으로 일정한 전력을 안정적으로 전달할 수 있는 다차원 수신 안테나를 제안한다. 제안한 방법은 내시경이 체내 소화기관 내에서 어느 방향으로 존재하더라도 캡슐형 무선 내시경의 내부 시스템에 일정한 수백 mWatt의 전력을 안정적으로 공급 할 수 있다.

2. 캡슐형 내시경용 무선 전력 전달 시스템

2.1 무선 전력 전달 시스템

캡슐형 무선 내시경에 전력을 전달하기 위한 전체 시스템은 <그림 1>과 같이 송신 회로와 수신 회로로 구성된다. 송신 회로는 <그림 1>에서 보는 것처럼 Inductive Link에 의해 인체를 통과하여 수신 회로가 들어있는 내시경으로 전력을 전달한다. 송신 회로는 다음과 같은 목적으로 인해 Class E 전력 발진기를 사용하였다: (1) 내시경으로 고효율의 전력 전달, (2)