

ECR장치의 임피던스 매칭회로 설계

김성완, 김창선
목포대학교 전기공학과

ECR device impedance matching circuit design

KIM Sung Wan, KIM Chang Sun
Dept. of Electrical Eng., Mokpo National University

ABSTRACT

Recently the interest in wireless power transfer have been studied. ECR (Electromagnetic Coupled Resonance) device, depending on the size of the frequency characteristics of the structure, increasing in volume and larger volume of wireless power transmission device to make use of ECR is a big barrier. So to solve this problem for ECR device miniaturization and high efficiency has been actively studied. In this paper, the size of the device for ECR IM (Impedance Matching) by applying a one turn coil circuit, remove the device in the form of ECR Network Analyzer measured by removing the one turn coil has demonstrated the possibility of the device in the form of ECR.

1. 서 론

최근 무선전력전송에 대한 관심이 높아지는 가운데 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히 ECR(Electromagnetic Coupled Resonance)장치는 구조물의 특성상 주파수 크기에 따라 부피가 커지게 되고 커진 부피는 무선전력전송에 ECR장치를 활용하는데 있어 큰 장벽이 되고 있다. 따라서 이 문제를 해결하고자 ECR장치의 소형화 및 고효율을 위한 연구가 활발히 되고 있으며 본 논문에서는 ECR장치의 소형화를 위해 IM(Impedance Matching)회로를 적용하여 원 턴 코일을 제거한 형태의 ECR장치를 Network Analyzer로 측정하여 원 턴 코일을 제거한 형태의 ECR장치 가능성을 입증하였다.

2. IM회로를 적용한 ECR장치

2.1 기존의 ECR장치

기존의 ECR장치는 원 턴으로 구성된 소스코일과 로드코일, 공진을 위한 센딩 코일과 리시브 코일로 4개의 코일 구조물로 되어있다. 소스코일에 전원을 인가하여 Sending 코일과 Receiving 코일의 공진현상에 의해 로드코일로 무선전력전송이 이루어지게 된다. 그림 1은 기존의 ECR장치를 나타내는 사진이다.

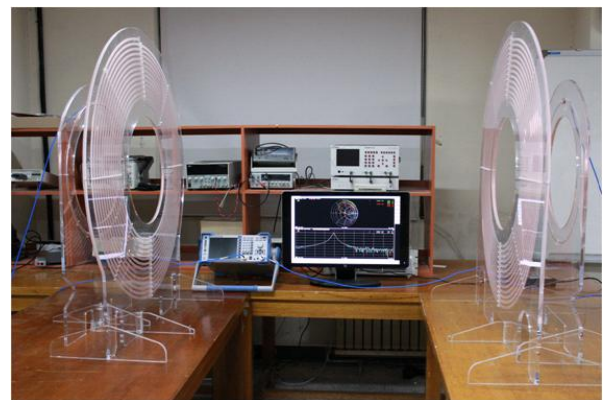


그림 1 기존의 ECR장치로 실험한 무선전력전송
Fig. 1 ECR experimented with wireless power transfer device

2.2 IM회로를 적용한 ECR장치의 블럭다이아그램

임피던스 매칭이란 서로 다른 두 연결단의 임피던스에 차에 의한 반사를 줄이는 모든 방법을 총칭한다. 따라서 소스코일과 로드코일의 거리조절로 임피던스 매칭을 이루던 것을 임피던스 매칭회로로 대체하여 소스코일과 로드코일을 제거할 수가 있다.

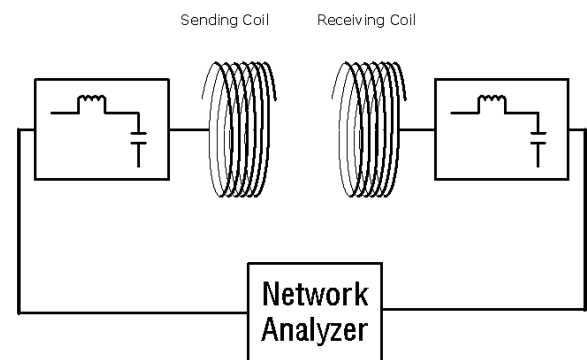


그림 2 IM회로를 추가한 ECR장치의 블럭다이아그램
Fig. 2 A circuit block diagram of the device added ECR

2.3 임피던스 매칭 회로 실험

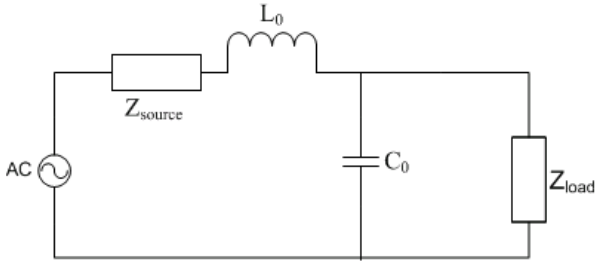


그림 3 사실적 회로
Fig. 3 Actual circuit

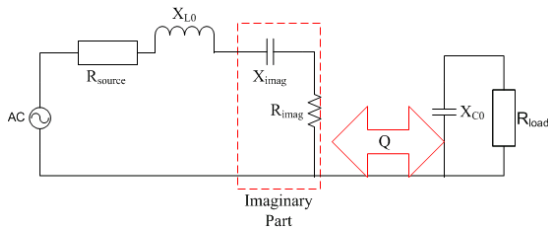


그림 4 수정된 회로 : 실제 회로의 동작 분석
Fig. 4 The modified circuit
: Analysis of the behavior of the actual circuit

L type의 임피던스 매칭 회로의 전원은 Z_{source} 이며, 부하의 임피던스가 Z_{load} 되는 그림 3을 그릴 수 있다. 변수를 쉽게 계산하기 위해 그림 4와 같이 재작성이 가능하며, 위의 파라미터 값을 구하는 방법은 다음 수식과 같다.^[1]

$$Q = \sqrt{\frac{R_{load}}{R_{source}} - 1} \quad (1)$$

$$X_{co} = \frac{R_{load}}{Q} \quad (2)$$

$$X_{img} = \frac{Q^2}{1 + Q^2} X_{co} = QR_{source} \quad (3)$$

$$X_L = X_{img} = QR_{source} \quad (4)$$

그림 2는 실험한 IM회로를 나타낸 블록도이며, 소스코일과 로드코일을 제거한 상태에서 공진코일과 IM회로만으로 무선전력전달 실험을 하였다.

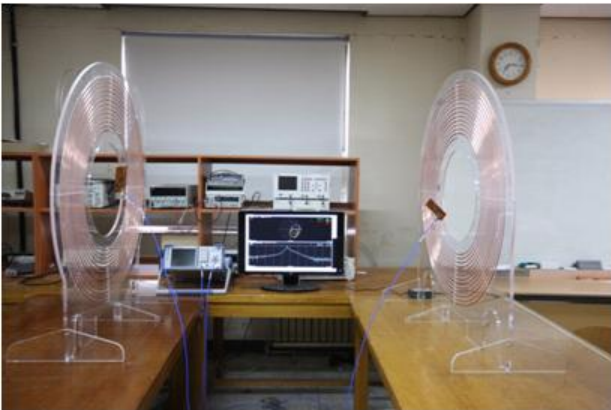
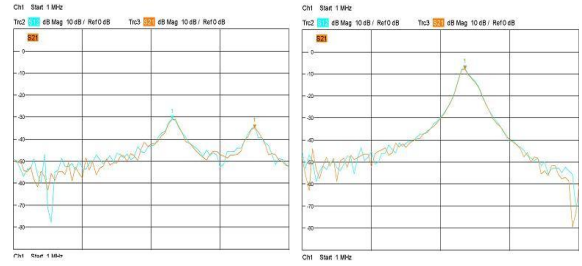


그림 5 IM회로를 추가한 ECR장치 실험
Fig. 5 Experiment ECR device added IM circuit

그림 5와 같은 실험을 통해 매칭 전과 후의 순방향전달계수의 값을 비교하였다.



매칭 전 ($S_{12}dB = 30.885$) 매칭 후 ($S_{12}dB = 7.644$)

그림 6 매칭 전과 후의 dB변화

Fig. 6 dB change before and after matching

그림 6에서와 같이 매칭 전에는 순방향전달계수가 30.885dB를 나타내고 있으며 매칭 후에는 7.664dB로 전달계수가 매우 향상되었음을 알 수 있다.

3. 결론

무선전력전송을 위한 ECR장치는 코일 구조물의 특성상 주파수에 따라 그 부피가 커지게 되므로 활용도에 문제가 생긴다. 그에 따라 ECR장치의 소형화를 위해 많은 연구가 진행되고 있으며 본 논문의 IM회로를 적용한 ECR장치는 양쪽의 소스코일과 로드코일이 제거되어 부피가 많이 줄어든다. 또한 소스코일과 로드코일이 제거되어도 IM회로를 적용하여 임피던스 매칭을 실현하여 매칭 전에 비해 매칭 후의 순방향 전달계수가 증가됨을 측정할 수 있으나 낮은 주파수 대역과 소스코일과 로드코일에 적용한 임피던스 매칭 회로가 서로에게 영향을 주어 수식의 결과와는 다소 차이가 있어 최적의 상태를 위해 선택적으로 소자의 값을 선정하였다.

참고 문헌

- [1] Beh Teck Chuan, "Basic Research on Wireless Power Transfer System via Magnetic Resonant Coupling at MHz Range Efficiency Improvement Based on Impedance Matching MHz."
- [2] A. Karalis, J.D. Joannopoulos, and M. Soljacic, "Efficient wireless non radiative mid range energy transfer," Elsevier, Annals of Physics 323 (2008), 34-8.
- [3] Y. P. T. Theilmann, and P. M. Asbeck, "An Analytical Model for Inductively Coupled Implantable Biomedical Devices with Ferrite Rods," IEEE Trans. Biomedical Circuits and Systems, Vol. 3, No. 1, Feb. 09.