

# 다중 대역 무선전력 수집을 위한 소형화된 DMS 여파기 설계

박명윤, 김상현, 이원준, 김용주, 안달, 한상민\*

순천향대학교

\*smhan@sch.ac.kr

## Minimized DMS Filter Design for Multi-Band Wireless Power Scavenging

Myungyoon Park, Sang Hyun Kim, Wonjun Lee, Young Joo Kim, Dal Ahn, and Sang-Min Han\*

Soonchunhyang University

### 요약

본 논문은 회로의 소형화에 유용한 DMS 구조와 감쇄 폴을 갖는 인터디지털 커플링 구조를 이용한 지역통과 여파기를 설계하였다. 제안된 여파기는 다중 대역 전력 수집을 위한 무선 전력 수집 시스템 설계를 위해 입력 고조파 성분을 효과적으로 제거할 수 있도록 설계되었다. 제안된 여파기는 기존 계단형 여파기 구조에 비해 81.1% 소형화되었으며, 시스템 성능을 위한 주파수 대역에서 0.6 dB 이하의 삽입손실, 20 dB이상의 반사손실, 약 50 dB의 3차 고조파 제거 성능을 나타내었다.

### I. 서론

최근 무선 전력 전송을 통한 무선 단말 혹은 센서의 에너지 공급에 대한 관심이 증대되고 있다. 이를 이용한 배터리 사용 시간 한계를 극복하거나 배터리 없이 구동하는 센서 시스템에 대한 연구가 활발하게 연구되고 있으며, 무선 전력을 최대한 많이 수집하고, 효율적으로 DC로 전환할 필요가 있다. 이러한 변환 회로는 안테나와 RF 정류 회로를 합성한 렉테나 시스템으로 구현되고 있으며, 변환 효율의 향상을 위한 가장 효과적인 방법은 기능적으로 우수한 여파기를 설계하는 것이다. 또한 회로의 소형화 관점에서 작은 회로를 설계할 수 있는 기술이 요구되고 있다. 본 논문에서는 2.4 GHz와 5.8 GHz의 이중 대역 무선 전력 수집 장치를 위한 새로운 DMS (Defected Microstrip Structure) 구조를 제안하여 다중 대역의 입력 고조파 성분을 제거하기 위한 소형화 DMS 여파기를 고안하였다.

### II. DMS 타입 지역통과 여파기 설계

본 논문에서의 여파기는 DMS형태의 공진기 2개와 중간에 병렬 형태의 직접 커플링 라인(Direct Coupling Line)으로 구성되어 있다. 먼저 DMS는 선로에 의도적으로 규칙적인, 혹은 불규칙적인 패턴이나 슬롯을 식각하여 전기적인 결함을 내어 Non-DMS 구조보다 짧은 파장으로 구현 가능케 하거나 뛰어난 성능을 얻는 원리이다.[1] DMS 구조는 특정 패턴에 의하여 임피던스의 인덕티브와 캐패시티브 성분의 발생으로 인해 특성 임피던스가 변화한다. 동일한 물리적 길이라더라도 전기적 길이가 증가하는 지연파(slow wave)를 얻기 때문에 회로의 소형화에 유용하다.[2]

이처럼 마이크로스트립 결함 구조(DMS)는 Non-DMS설계와 달리 리액턴스 성분(L,C)의 추가로 차수의 물리적인 증가없이 등가적으로 증가된 효과를 볼 수 있다. 또한 각지 부분(인터디지털) 커플링의 등가 캐패시턴스 성분 Ctotal이 증가하면 샤프한 감쇄 폴을 얻을 수 있다.[3] 캐패시턴스 성분은 해당 각지 부분의 슬롯의 개수, 두께와 길이에 따라 달라지며 슬롯의 수가 증가할수록, 두께가 얇을수록 캐패시턴스 성분은 증가한다. 또한 공진기의 상단 부분의 커플링 영역 Ct는 여파기의 차단주파수를 가변시키는 역할을 하며 인터디지털 커플링 영역을 보존하는 역할을 한다.

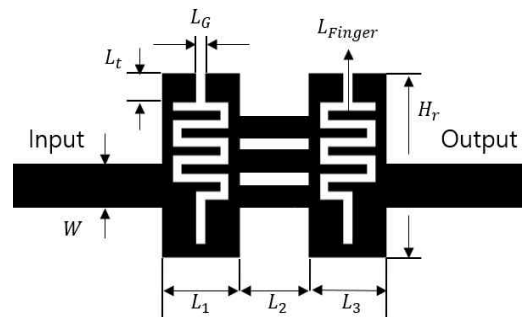


그림 1. 제안된 DMS 지역통과여파기

제안된 여파기의 면적은 6 mm×4.2 mm로 계단형 임피던스 지역통과 여파기 면적에 비해 약 81.1%가 감소하였다. 하지만 제안된 여파기의 스킷 특성이 더욱 샤프한 제거 특성을 갖고 삽입손실 또한 통과 대역에서 0.6 dB 이하로 우수한 성능을 얻었다. 특히 2.4 GHz의 3배수 고조파 성분(7.2GHz)에서 -49.7 dB로 효과적으로 제거하였다. 또한, 반사손실의 경우에는 약 0.4 GHz 이상 6 GHz 이하 범위에서는 모두 20 dB 이상의 우수한 성능을 보였다.

### III. 결론

ISM 2.4 GHz/5.8 GHz 대역을 사용하는 다중대역 무선전력 수집 시스템에서 2.4GHz 3배수 고조파 성분을 효과적으로 제거하였다. 또한 동시에 효율성을 위해 해당 여파기는 신호의 손실은 최소화하며 회로 자체의 물리적 크기 또한 소형화하였다. 또한 시스템에 DMS 여파기와 더불어 4.8 GHz의 대역소거필터를 추가하여 2배수 고조파 성분을 제거할 시 전체 다중 대역 무선전력 수집 시스템에 대한 입력 고조파 성분을 효율적으로 제거할 수 있다. Lt의 길이를 튜닝으로 원하는 2배수 혹은 3배수 고조파 성분의 제거가 가능함을 확인하였다.

## ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 현장맞춤형 이공계 인재양성지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019H1D8A1105622).

## 참 고 문 헌

- [1] N. B. M. Hashim, M. S. Razalli, S. Z. Ibrahim, and F. Farid, "Compact and wide stop band improved stepped-impedance low pass filter utilizing U-slot," in *Proc. AIP Conf* Oct. 2016.
- [2] 임종식, 전역환, 권경훈, 이재훈, 한상민, 안달, "결합 마이크로스트립 구조의 전송선로를 이용한 전력분배기의 소형화 설계", 한국정보기술학회논문지, vol. 10, no. 7, pp. 63-69, 2012.
- [3] W.-H. Ta and K. Chang, "Compact microstrip low-pass filter with sharp rejection," *IEEE Microw*, vol. 15, no. 6, pp. 404-406 June 2005.