

# H-모양 공진 개구를 이용한 평면 기판의 유전율 특성 분석

여준호\* · 이종익\*\*

\*대구대학교, \*\*동서대학교

## Permittivity Characteristic Analysis of Planar Substrates Using H-shaped Resonant Aperture

Junho Yeo\* · Jong-Ig Lee\*\*

\*Daegu University, \*\*Dongseo University

E-mail : jyeo@daegu.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 H-모양 공진 개구를 이용한 평면 기판의 유전율 특성 분석 방법을 제안하였다. 이를 위해 마이크로스트립 전송선로의 접지면에 H-모양 공진 개구를 추가하여 대역 저지 필터를 생성하였다. 마이크로스트립 전송선로의 접지면 뒤에 2 mm 두께의 평면 기판을 놓고 기판의 유전율 변화에 따른 공진주파수의 변화를 조사하였다. 기존의 상보 분할 링 공진기 구조를 사용하였을 때와 비교하여 기존 공진주파수에 대한 주파수의 변화 비가 커짐을 알 수 있었다.

### ABSTRACT

In this paper, a method for analyzing the dielectric constant of a planar substrate is proposed. To this end, a band-stop filter was created by adding a H-shaped resonant aperture to the ground plane of a microstrip transmission line. A planar substrate of 2 mm thickness was placed behind the ground plane of the microstrip transmission line and the change of the resonant frequency with the change of the dielectric constant of the substrate was investigated. It can be seen that the change ratio of the frequency to the reference resonant frequency is larger than that of the conventional complementary split ring resonator structure.

### 키워드

permittivity characteristic, H-shaped resonant aperture, microstrip transmission line, planar substrate, band stop filter

## 1. 서 론

전자기학에서 물질 혹은 매질의 특성을 나타내는 변수로서 유전율(permittivity), 도전율(conductivity), 투자율(permeability)가 사용된다. 유전율과 도전율은 전기장과 관련이 있는 매질변수이고, 투자율은 자기장과 관련된 변수이다. 유전율은 유전체에 외부 전기장이 인가되었을 때 내부 전하가 얼마나 분극되는 지를 나타내는 척도로 사용된다. 유전체의 유전율은 자유공간의 유전율에 비해서 얼마나 큰지를 유전상수(dielectric constant)로 나타낸다. 유전율이 클수록 더 많은 전하를 저장할 수 있고 동일 주파수에서 회로소자나 안테나의 크기를 더 작게 만들 수 있다[1]. 따라서 RF 회로 및 안테나 설계를 위해서 동작 주파수 대역에서 정확한 유전율 값이 필요하다.

또한, 유전율을 측정하여 물질의 특성 규명 또는 물질의 전기적 특성의 변화를 감지하는 것은 식품 산업의 품질 관리, 바이오 센싱 또는 지층 탐지와 같은 분야에서 응용될 수 있다. 이러한 응용 분야에서, 시험 대상 샘플의 물질 구성, 습기 또는 수분 함량 등과 같은 특성은 중요한 정보를 전달한다[2].

유전율을 이용한 물질의 특성 규명을 위해 많은 방법이 제안되고 사용되었으며, 자유 공간 방법(free-space method), 근거리장 센서 방법(near-field sensor method), 공진 공동 방법(resonant cavity method) 및 전송선로 방법(transmission line method)으로 분류할 수 있다[3]. 이 중에서 공진 공동 방법이 협대역에서 가장 정확한 방법으로 사용되고 있으나 공동 제작이 힘든 단점이 있다. 최근에는 다양한 형태의 평

면 전송선로를 이용하여 넓은 대역에서 물질 특성을 측정하는 방법이 활발히 연구되고 있다.

본 논문에서는 H-모양 공진 개구를 이용한 평면 기판의 유전율 특성을 분석 방법을 제안하였다. 이를 위해 마이크로스트립 전송선로의 접지면에 H-모양 공진 개구를 추가하여 대역 저지 필터를 생성하였다. 마이크로스트립 전송선로의 접지면 뒤에 2mm 두께의 평면 기판을 놓고 기판의 유전율 변화에 따른 공진주파수의 변화를 조사하였다. 기존의 상보 분할 링 공진기 구조를 사용하였을 때와 비교하여 기존 공진주파수에 대한 주파수의 변화 비를 비교하였다.

## II. 마이크로스트립 전송선로와 접지면 H-모양 공진 개구 설계

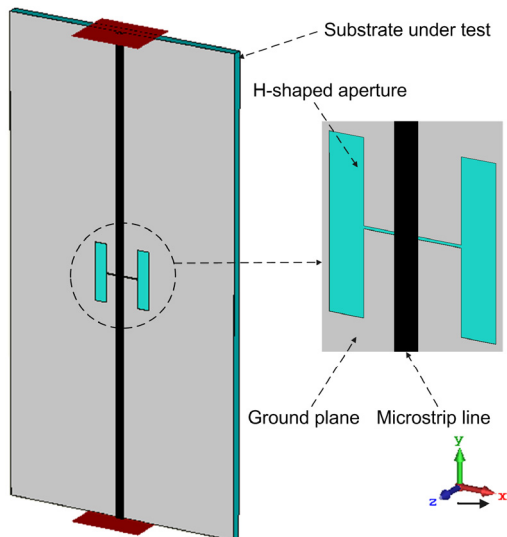


그림 1. 제안된 접지면 H-모양 공진 개구가 있는 마이크로스트립 전송선로 구조.

그림 1은 제안된 접지면 H-모양 공진 개구가 있는 마이크로스트립 전송선로 구조를 나타내고 있다. 마이크로스트립 전송선로는 유전상수가 3.48이고 손실탄젠트가 0.0031, 두께가 0.75 mm인 Roger사의 RO4350 기판에 설계하였다. 마이크로스트립 전송선로의 길이는 100 mm이고 폭은 1.68 mm이다. 접지면의 길이는 100 mm이고 폭은 50 mm이다. 접지면에 삽입된 H-모양 개구의 길이는 12 mm이고, 개구의 중심부에 추가된 리지(ridge)의 폭은 7 mm이며 리지 사이의 간격은 0.2 mm이다.

그림 2는 마이크로스트립 전송선로의 H-모양 개구가 삽입된 접지면 뒤에 두께 2 mm의 피시험 유전체 기판을 추가하였을 때 유전체 기판의 유전상수의 변화에 따른 마이크로스트립 전송선로의 전달계수(S21)의 공진주파수 변화를 나타내고 있다. 마이크로스트립 전송선로의 접지면에 H-모

양 공진 개구를 추가함으로써 대역 저지 특성이 나타남을 알 수 있다. 피시험 기판의 유전상수가 1일 때 S21의 공진주파수는 3.156 GHz이다. 유전상수가 2로 증가하면 공진주파수는 2.814 GHz로 이동하고 유전상수 1일 때를 기준으로 했을 때 10.8% 변화하였다. 유전상수가 3일 때 공진주파수는 2.568 GHz로 이동하고 유전상수 1일 때와 비교할 때 18.6% 변화하였다. 유전상수가 4일 때는 공진주파수가 2.376 GHz로 이동하고 유전상수 1일 때를 기준으로 했을 때 24.7% 변화하였다. 또한, 유전상수가 커질수록 대역폭도 줄어들음을 알 수 있다.

제안된 H-모양 개구를 사용하였을 때의 결과를 기존의 상보 분할 링 공진기 구조를 사용하였을 때와 비교하면 기존 공진주파수에 대한 주파수 변화 비가 더 크음을 알 수 있다.

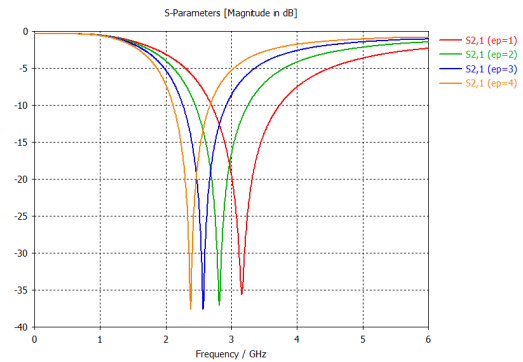


그림 2. 피시험기판의 유전상수 변화에 따른 마이크로스트립 전송선로의 전달계수 공진주파수 변화.

## 참고문헌

- [1] 유전율, 유전상수, 비유전율 [Internet]. Available: [http://www.ktword.co.kr/abbr\\_view.php?m\\_temp1=1384](http://www.ktword.co.kr/abbr_view.php?m_temp1=1384)
- [2] K. Saeed, M. F. Shafique, M. B. Byrne, I. C. Hunter, "Planar microwave sensors for complex permittivity characterization of materials and their applications" in *Applied Measurement Systems*, Croatia, Rijeka:InTech, 2012.
- [3] M. S. Boybay, O. M. Ramahi, "Material characterization using complementary split-ring resonators," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 61, no. 11, pp. 3039-3046, Nov. 2012.