

# 변형된 H-형 공진 아이리스를 이용한 도파관 대역 통과 여파기 설계

박경제\* · 이종익\*\* · 김병문\*\*\* · 조영기\*

\*경북대학교, \*\*동서대학교, \*\*\*경북도립대학교

Design of a Waveguide Band-Pass Filter Using a Modified H-type Resonant Iris

Kyoung-Je Park\* · Jong-Ig Lee\*\* · Byung-Mun Kim\*\*\* · Young-Ki Cho\*

\*Kyungpook National University, \*\*Dongseo University, \*\*\*Gyeongbuk Provincial College

E-mail : ykcho@ee.knu.ac.kr

## 요 약

본 논문에서는 도파관의 얇은 횡단면에 변형된 H-형 아이리스를 배치하여 대역 통과 여파기 (bandpass filter; BPF)를 구현하는 방법에 대해 연구하였다. 제안된 소형 공진 아이리스(resonant iris; RI)는 전형적인 H-형 RI 중앙의 수평방향 일자형 간극을 U형으로 변형하여 간극의 등가 커패시턴스를 증가시키고 아이리스의 양측 수직방향 일자형 슬롯들을 C형으로 변형하여 등가 인덕턴스를 증가시킨 구조이다. 제안된 아이리스 구조를 이용하여 9.5 GHz 대역(9.22–9.75 GHz, 삽입손실 0.5 dB, 반사손실 17 dB)에서 동작하는 3차 BPF를 설계하였다.

## ABSTRACT

In this paper, we studied a design method for a band-pass waveguide filter with a modified H-type resonant iris (RI) placed in a thin transverse wall of a rectangular waveguide. The horizontal straight gap at the center of a conventional H-shaped iris is modified to a U-shaped one to increase the equivalent capacitance, and the equivalent inductance is improved by changing the vertical two straight slots into C-shaped ones. A third-order band pass filter using the proposed modified H-shaped iris was designed and, it was observed that the filter operated in the frequency range of 9.22–9.75 GHz with its insertion loss of 0.5 dB and return loss of 17 dB.

## 키워드

도파관 대역통과 여파기, 등가 LC 공진회로, 공진 아이리스, 변형된 H-형 아이리스

## I. 서 론

CSRR(complementary split ring resonator)은 대표적인 소형 공진구조이며, CSRR을 RI 구조로 사용하여 BPF를 소형화한 연구결과들이 보고되었다[1]. RI 구조의 소형화는 이러한 다양한 장점을 얻기 위해 중요한 연구 주제가 된다.

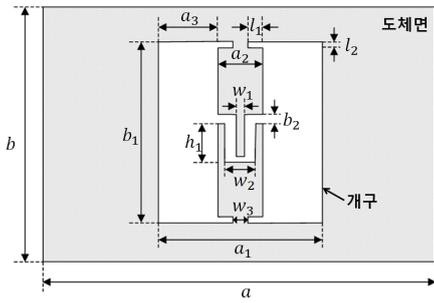
Harrington은 직사각형의 유도성 소형개구를 공진형으로 변화시켜서 투과성능을 개선할 수 있는 방법을 제시하였다[2]. 하지만 이 방법은 기존 H-형 공진개구는 리지의 간극을 줄여서 공진 주파수를 낮추고 Q값(quality factor)을 높일 수 있지만 제작상의 한계가 있다.

본 논문에서는 이러한 한계점을 극복하기 위해

전형적인 H-형 개구를 변형하여 소형화하고 도파관 BPF의 RI로 사용될 때 Q값을 개선할 수 있는 방법에 대해 연구하였다.

## II. 변형된 H-형 공진 아이리스

변형된 H-형 RI는 아래 그림 1과 같다. 도파관은 WR-90을 사용하였으며 가로 22.86mm, 세로 10.16mm 크기의 도파관에 사용하였다. 도파관 중간에 변형된 H-형 RI를 넣어 BPF 특성을 가지게 만들었다. 또한 유전율( $\epsilon_r$ )은 2.55이고 두께가 0.25mm 인 Taconic TLX-8 기판으로 설계 하였다. 그에 따른 시뮬레이션 결과 그래프는 그림 2와 같다.



| 파라미터  | 값 [mm] | 파라미터  | 값 [mm] |
|-------|--------|-------|--------|
| $a$   | 22.86  | $b$   | 10.16  |
| $a_1$ | 5.8    | $b_1$ | 5.0    |
| $a_2$ | 1.6    | $b_2$ | 0.3    |
| $a_3$ | 2.1    | $h_1$ | 0.7    |
| $l_1$ | 0.7    | $l_2$ | 0.3    |
| $w_1$ | 0.9333 | $w_2$ | 0.3333 |
| $w_3$ | 0.2    |       |        |

그림 1. 변형된 H-형 RI의 단면구조와 파라미터 값.

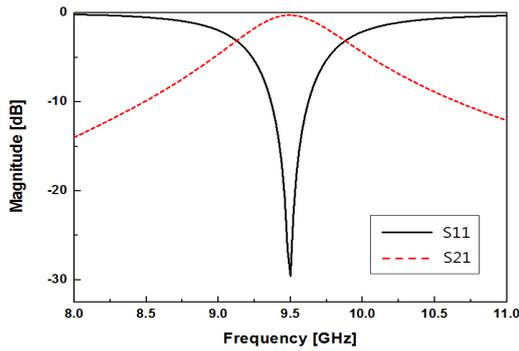


그림 2. 변형된 H-형 RI의 주파수 응답 특성.

다음으로 그림 3은 중심주파수 9.5 GHz 대역폭 500 MHz로 설계된 도파관 3단 대역통과여파기 구조이고, 그림 4는 등가모델이다. 그림 5는 그림 3과 4의 구조를 HFSS와 ADS를 이용하여 시뮬레이션한 결과와 제작된 BPF의 특성을 측정 한 결과를 나타낸다.

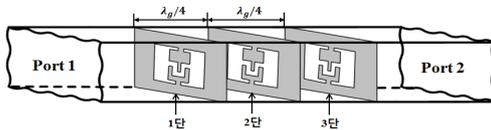


그림 3. 제안된 도파관 3단 BPF.

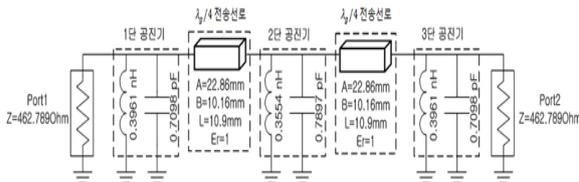


그림 4. 3단 BPF의 등가모델.

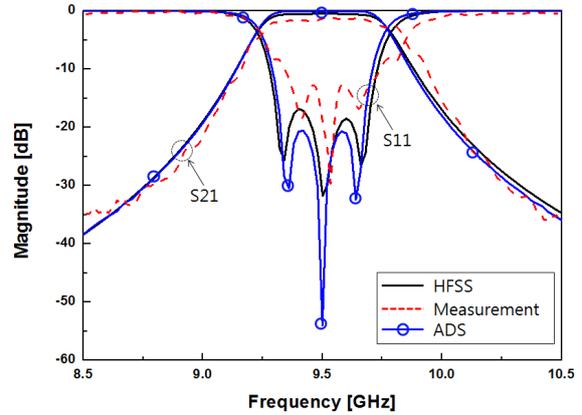


그림 5. 3단 BPF의 시뮬레이션 및 측정 결과.

시뮬레이션 두 가지 결과 모두 중심주파수는 9.5 GHz이고 ADS의 결과에서는 대역폭 520 MHz(9.24 - 9.76 GHz), 삽입손실 0.1 dB, 반사손실 20 dB이고 HFSS에서는 530 MHz(9.22 - 9.75 GHz), 삽입손실 0.5 dB, 반사손실 17 dB이다. 또한 제작된 3단 여파기의 특성측정 결과가 비교적 시뮬레이션 결과와 잘 일치하는 것을 볼 수 있다.

### 참고문헌

- [1] A. Bage and S. Das, "A compact waveguide bandpass filter using hybrid combination of CSRR and Koch fractal," *Wireless Personal Communications*, pp. 1-11, Jul. 2017.
- [2] R. F. Harrington, "Resonant behavior of a small aperture backed by a conducting body," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 30, no. 2, pp. 205-212, Mar. 1982.