

# 무선 LAN용 이중 대역통과 필터의 설계에 관한 연구

전미화\* · 김은미\*\* · 김동일† · 전중성\*\*\* · 김민정\*\*\*\*

\*, \*\*, † 한국해양대학교 진파공학과, \*\*\*한국해양대학교 해사산업연구소, \*\*\*\*한국해양대학교 산업기술연구소

## A Study on Design of Dual-Bandpass Filters for Wireless LAN

Mi-Hwa Jeon\* · Eun-Mi Kim\*\* · Dong-Il Kim† · Joong-Sung Jeon\*\*\* · Min-Jung Kim\*\*\*\*

\*, \*\*, † Department of Radio Communication Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea  
\*\*\*Korea Maritime University Research Institute of Maritime Industry, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea  
\*\*\*\*Research Institute of Industrial Technology, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**요 약** : 선박용 무선 LNA는 설비의 용이성, 원가절감, 다양한 기능성에 따라 각광 받고 있다. 본 논문에서는 무선 LAN 주파수인 2.4 GHz대역과 5 GHz대역의 이중 대역통과 필터를 사각패치를 적용한 이중모드 사각 루프 공진기를 이용하여 설계하는 방법을 제안하였다. 사각패치 형태인 한 개의 perturbation element와 세 개의 reference element의 크기를 조절하여 2.4 GHz와 5.8 GHz의 두 주파수 대역에서 만족하는 이중 대역통과 필터를 설계하였으며, 나아가서 개방 스텐브를 적용시켜 저지대역을 조절하여 2.4 GHz와 5.2 GHz의 두 주파수 대역에서 만족하는 새로운 형태의 이중 대역통과 필터를 설계하는 방법을 제안하였다. 제작된 이중 대역통과 필터의 설계 결과와 측정 결과가 거의 일치하였으며, 따라서 본 논문이 제안한 설계 방법이 타당함을 확인하였다.

**핵심어** : 무선 LAN, 이중 대역통과 필터, 개방 스텐브, 사각 루프, 사각패치

**Abstract** : Ship's wireless LAN was in the limelight as equipment of ease, cost reduction, various function-al-i-ty. In the paper, a dual-bandpass filter for wireless LAN has proposed, which was designed by using dual-mode square loop resonator with square patch in compliance with 2.4 GHz and 5 GHz band of wireless LAN. The dual-bandpass filter could be designed by adjusting sizes of one perturbation element and three of reference elements in compliance with the frequency bands of 2.4 GHz and 5.8 GHz. Furthermore, new dual-bandpass filter was also designed by adjusting stopband of using open stubs in compliance with the frequency bands of 2.4 GHz and 5.2 GHz. The measured results for the fabricated dual-bandpass filters agreed well with the simulated ones, and hence, it was confirmed that the proposed design method is valid.

**Key words** : Wireless LAN, Dual-bandpass filter, Open stub, Square loop, Square patch

## 1. 서 론

통신이 발달함에 따라 언제, 어디서나 자유롭게 통신하는 즉, 이동성이 요구되고 있다. 무선 LAN의 가장 큰 장점은 유선 LAN에 비해 일정거리 내에서 이동성에 대한 자유로움이 보장됨에 따라 다양한 분야에서 이용되고 있다. 최근 들어 무선 랜 시스템의 표준과 기술이 발전하여 항해 중인 선박에서 언제 어디서나 화상회의, 인터넷 등 다양한 기능을 사용할 수 있고, 선체 내부의 케이블이 없애고 무선 랜을 사용함으로써 설비하는데 용이하게 되었으며, 케이블 절감과 공정단축으로 인해 생산성 향상 및 원가절감이 가능하게 되었다. 그리고, 해상전용의 통신 시스템의 가격이 고가인 점에 비하면 육상용으로 사용하

는 즉 무선 랜 경우 상대적으로 저렴한 설비비용이 든다. 그래서 소형선박 식별시스템이나, 무선 랜 및 인말셋(Inmarsat)기반의 선박통합네트워크, 항만내 선박과 육지간의 통신 등에 이용되고 있다.(강, 2004; 현대미포조선, 2008; RF-TNC, 2008).

무선 LAN은 IEEE 802.11b/g의 2.4 GHz대역(2.4 GHz ~ 2.4835 GHz)에서 각각 11 Mbps와 54 Mbps의 통신 속도로 사용되고 있다. 그러나 보다 빠른 데이터 송수신을 원하는 소비자들의 욕구가 증대됨에 따라 기존 2.4 GHz대역(2.4 GHz ~ 2.4835 GHz)보다 더 넓은 대역을 포함하고 혼신의 우려가 적은 IEEE 802.11a의 5 GHz대역에서의 무선 LAN이 요구되고 있다(오, 2002). 이에 따라, 휴대용 단말기와 액세스 포인트 간의 기술방식과 관계없이 접속할 수 있는 편리성을 가지고

\* 대표저자: 전미화(정회원), sadrain0528@nate.com 051)410-4932

\*\* 정회원, rladmsak@hanmail.net 051)410-4932

\*\*\* 정회원, jsjeon@hhu.ac.kr 051)410-4932

\*\*\*\* 종신회원, kiminjung@hhu.ac.kr 051)410-4932

† 교신저자 : 김동일(종신회원), dikim@hhu.ac.kr 051)410-4314

IEEE 802.11a/b/g 모두에서 적용이 가능하도록 하기 위하여 이중 대역통과 필터의 개발이 필수적이라 할 수 있다(김, 2003).

다수의 공진기 중 이중모드 마이크로스트립 루프 공진기는 소형화, 경량화, 낮은 삽입손실과 손쉬운 설계, 높은 선택성 그리고 우수한 협대역 통과 특성(Görür, 2004)때문에 선박용 무선 LAN에서 적용 가능한 대역통과 필터에 사용하기에 적합하다고 볼 수 있다.

본 논문에서는 Görür(2004)가 제안한 이중모드 대역통과 필터의 구조를 이용하여, 기존 2.4 GHz에서 단일 공진하는 대역통과 필터와 다른 2.4 GHz와 5.8 GHz에서의 주파수특성을 만족하는 이중 대역통과 필터를 reference element와 perturbation element의 크기에 변화를 주어 설계하였고, ISM 대역의 혼신 문제를 덜기 위해 5.15 GHz ~ 5.35 GHz대역 주파수의 필요성이 요구됨에 따라 각 패치 사이 간격의 거리를 똑같이 유지하면서 중앙에 개방 스테르브를 적용시켜 저지대역을 조절하여 2.4 GHz와 5.2 GHz에서의 주파수특성을 만족하는 새로운 형태의 이중 대역통과 필터를 제안하였다. 제안한 필터는 기존의 (Lee, 2007; Tsai, 2004)가 제안한 이중 대역통과 필터와 달리 각각 38 %, 17% 소형화 되거나, 이론치와 측정치의 오차의 범위가 적어 실제 사용할 경우의 성능이 향상되는 효과를 얻을 수 있고, Görür(2004)가 제안한 이중모드 대역통과 필터와 달리 2.4 GHz와 5 GHz대역에서 공진하는 이중대역 특성을 가진다.

본 논문에서 제안한 이중 대역통과 필터를 설계, 제작한 결과 이론치와 측정치가 거의 일치함을 나타내었다.

## 2. 이중 대역통과 필터의 설계이론

### 2.1 사각패치를 적용한 이중모드 사각 루프 공진기

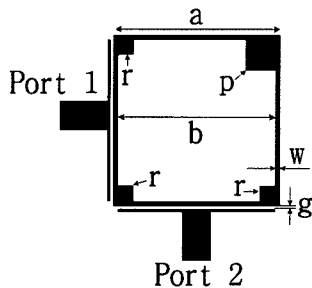


Fig. 1 Geometry of dual-mode band pass filter

Fig. 1은 Görür(2004)가 제안한 이중모드 마이크로스트립 대역통과 필터의 구조이다. Fig. 1의 구조는 두 개의 커플링 갭과 두 개의 커플링 스테르브로 이루어진 이중모드 사각 루프 공진기와 정사각형 형태인 길이가 p인 perturbation element와 길이가 r인 reference element로 구성된 사각패치로 이루어져 있다.

Capacitor 효과를 갖는 perturbation element 크기에 따라서 폴과 전송영점의 위치, 대역폭을 조절할 수 있다. 그리고

reference element와 perturbation element의 변화에 따라 공진 주파수가 달라지며, 공진 주파수는  $r < p$  경우 capacitive,  $r > p$  경우 inductive의 영향을 받는다(Görür, 2004).

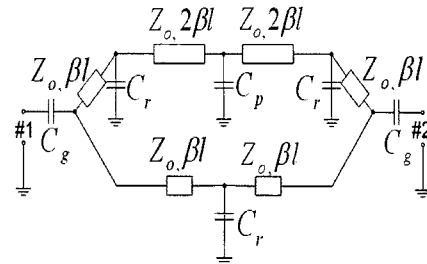


Fig. 2 Equivalent circuit of dual-mode filter.

Fig. 2는 Fig. 1의 등가회로이다.

reference element의 서셉턴스  $b_r$ 과 perturbation element의 서셉턴스  $b_p$ 는 각각 식 (1)과 식 (2)에서 정의 된다.

$$b_r = \frac{\omega C_r}{Y_o} \tag{1}$$

$$b_p = \frac{\omega C_p}{Y_o} \tag{2}$$

식 (3)와 식 (4)에서  $\omega$ 는 주파수, reference element의 capacitance  $C_r$ 과 perturbation element의 capacitance  $C_p$ 은 식 (3)을 통해 구해진다.

$$C_i = \sqrt{2} C_o [F] = (C_r \text{ or } C_p) \tag{3}$$

$$C_o = \epsilon_o \epsilon_r \frac{S}{h} [F] \tag{4}$$

Capacitance  $C_r$ 은 reference element에 영향을 주고, 반면에 perturbation element는 capacitance  $C_p$ 의 영향을 받는다. 식 (3)의  $C_o$ 는 식 (4)로 표현되며, 여기서  $S$ 는 reference element와 perturbation element의 면적,  $h$ 는 기판의 두께,  $\epsilon_o$ 은 자유공간의 유전율,  $\epsilon_r$ 은 기판의 비유전율이다.

Görür(2004)가 제안한 식 (1) ~ 식 (4)을 이용하여 구조는 Fig. 1과 동일하지만, 이중모드 대역통과 필터와 달리 이중대역을 갖는 이중 대역통과 필터를 설계 하였다.

### 2.2 개방 스테르브

IEEE 802.11a인 5 GHz대역의 무선 LAN은 5.725 GHz ~ 5.825 GHz대역과 5.15 GHz ~ 5.35 GHz대역에서 사용되고 있다. ISM 대역인 5.725 GHz ~ 5.825 GHz대역에서의 혼신 문제를 덜기 위해 5.15 GHz ~ 5.35 GHz대역 주파수의 필요

성이 요구되고 있기 때문에 5.15 GHz ~ 5.35 GHz대역 주파수를 만족하는 이중 대역통과 필터가 필요하다고 본다.

이중대역 특성을 만족시키기 위해, reference element와 per-turbation element를 조절한다. 그런데 reference element와 perturbation element의 크기 차이가 일정한 값의 이하, 이상이 되면 첫 번째 주파수대역인 2.4 GHz대역(2.4 GHz ~ 2.4835 GHz)에서의 공진 주파수가 이동하게 된다. 또한 두 번째 공진 주파수를 목표한 주파수로 이동시키려면 필터의 크기가 커지게 된다. 크기가 커짐에 따라 첫 번째 공진 주파수에 영향을 주어 2.4 GHz대역(2.4 GHz ~ 2.4835 GHz)에서의 공진 주파수가 이동하게 된다. 따라서 크기가 커질 뿐만 아니라 본 논문 목표를 달성하기 어렵다.

논문의 목표를 달성하기 위해 본 논문에서 Fig. 1의 구조에 개방 스테르브를 적용하였다. 개방 스테르브는 주기적으로 저지대역을 형성하고 길이를 조절함으로써 감쇠극을 형성하기 때문에 필터의 공진 주파수 위치를 조절할 수 있다(김 등, 2004). 개방 스테르브로 인한 감쇠극이 먼저 형성되어 전체 필터의 주파수특성을 결정하지만 제안한 필터는 사각패치에 의해 주파수특성이 먼저 결정된다. 그래서 첫 번째 공진 주파수를 유지하면서 두 번째 공진 주파수를 개방 스테르브 적용을 통한 저지대역의 변화를 이용하여 목표한 주파수 특성을 만족시킬 수 있다.

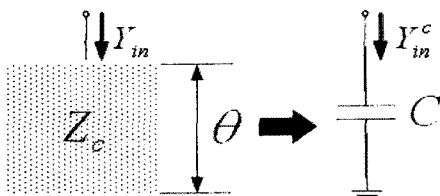


Fig. 3 Open stub and equivalent circuit.

Fig. 3은 개방 스테르브와 capacitance의 관계를 보여준다(Hong and Lancaster, 2001). 여기서 개방 스테르브의 입력 어드미턴스  $Y_{in}$ 은 식 (5)와 같다.

$$Y_{in} = j Y_c \tan \theta \tag{5}$$

여기서  $Y_c = 1/Z_c$ 는 특성 어드미턴스,  $\theta$ 는 개방 스테르브의 전기적 길이이다.

Fig. 3에서 나타낸 load capacitor의 입력 어드미턴스는 식 (6)과 같이 표현된다.

$$Y_{in}^c = j \omega_o C \tag{6}$$

여기서  $Y_{in}^c$ 은 load capacitor의 입력 어드미턴스,  $C$ 는 capacitance값이다.

결론적으로 식 (5)와 식 (6)을 같게 하면 개방 스테르브와 load

capacitor관계는 식 (7)으로 정의된다.

$$C = \frac{Y_c \tan \theta}{\omega_o} \tag{7}$$

위의 관계식을 통하여 각 패치 사이의 일정한 거리에 이중 모드 조건인 대칭적 구조를 만족시키면서 한 변의 폭은  $e$ 이고 길이가  $d$ 인 개방 스테르브를 적용하여 저지대역을 변화시켜 새로운 형태의 이중 대역통과 필터를 제안 하였다.

### 3. 이중 대역통과 필터의 설계

#### 3.1 주파수 2.4 GHz와 5.8 GHz에서 공진하는 이중 대역통과 필터 설계

먼저 Fig. 1의 이중모드 대역통과 필터를 ADS(Advanced Design System)Tool중 Moment법을 사용하여 2.4 GHz대역에서 공진하는 대역통과 필터로 설계하였다.

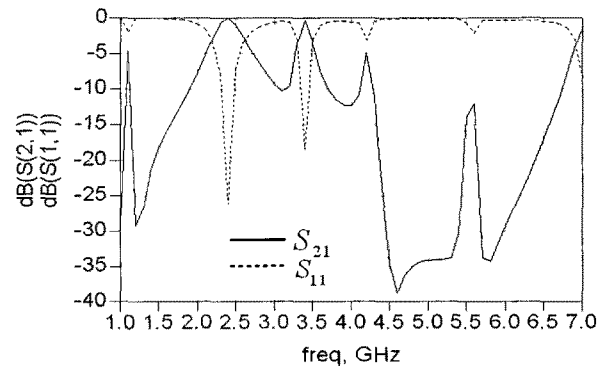


Fig. 4 Simulated results of dual-mode filter.

Fig. 4는 Fig. 1구조로 설계된 이중모드 대역통과 필터의 설계 결과를 나타낸다. Fig. 4에서 보이는바와 같이 이중모드 대역통과 필터는 원하는 주파수인 2.4 GHz에서 공진하며, 통과대역 내 반사손실은 -26 dB 이하이고, 삽입손실은 -0.018 dB임을 알 수 있다. Fig. 1의 구조로 설계된 2.4 GHz에서 공진하는 대역통과 필터의 크기는  $40 \text{ mm}^2$ , 폭( $w$ )은 0.5 mm, 커플링 갭( $g$ )은 0.3 mm이다.

Fig. 4를 보면 2.4 GHz에 공진하는 주파수 이외에도 여러 개의 고조파가 발생하는 것을 알 수 있다. 이 여러 개의 고조파들은 폴과 전송영점의 위치에 영향을 주는 perturbation element 크기에 따라 조절 할 수 있다(이 등, 2007). 이를 바탕으로 2.4 GHz와 5.8 GHz에서 공진하는 이중 대역통과 필터를 설계 할 수 있다고 볼 수 있다.

Görür(2004)이 제안한 Fig. 1의 구조와 사각패치를 적용한 이중모드 사각 루프 공진기 이론을 적용하여 구조는 Fig. 1과 동일하지만, 식 (1) ~ 식 (4)을 통하여 reference element와 perturbation element의 길이를 조절하여 주파수 2.4 GHz대역

(2.4 GHz ~ 2.4835 GHz)과 5.725 GHz ~ 5.825 GHz대역에서 공진하는 이중 대역통과 필터를 설계하였다. 여기서 reference element와 perturbation element의 크기 차에 따라 공진 주파수 간의 거리가 달라지기 때문에 설계에 의하여 적절한 길이를 분석하여 reference element와 perturbation element의 크기를 선택하였다.

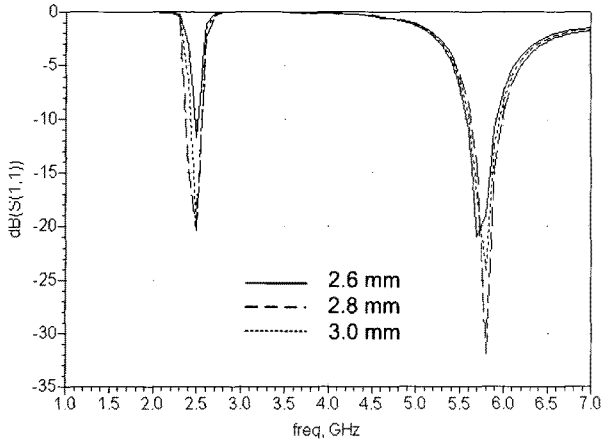


Fig. 5 Simulated results for different length of perturbation element (2.6 mm ~ 3.0 mm).

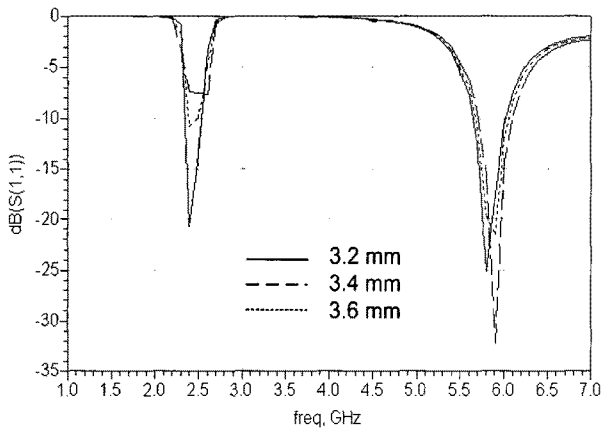


Fig. 6 Simulated results for different length of perturbation element (3.2 mm ~ 3.6 mm).

Reference element 길이를 1.6 mm로 고정하고 perturbation element 길이에 따른 첫 번째 공진 주파수와 두 번째 공진 주파수의 변화는 Fig. 5와 Fig. 6과 같다. Fig. 5와 Fig. 6은 선로에서의 perturbation element 길이를 2.6 mm ~ 3.6 mm사이에서 0.2 mm씩 조절함에 따른  $S_{11}$ 에서의 주파수 특성을 나타낸 설계 결과이다. perturbation element 길이가 길어질수록, perturbation element 크기가 커질수록 두 공진 주파수의 사이가 더 멀어지고 삽입손실과 반사손실이 변화하는 것을 알 수 있다. 이에 따라 두 공진 주파수를 조절하는 reference element 크기가  $1.6 \text{ mm}^2$ 이고 perturbation element 크기가  $3.2 \text{ mm}^2$ 일 때 원하는 주파수 특성과 이중대역을 얻을 수 있다.

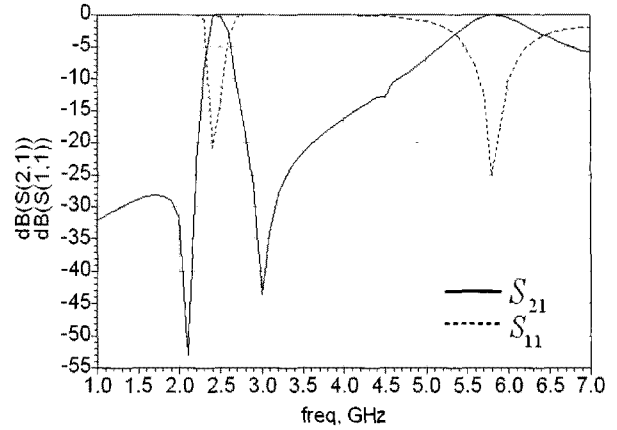


Fig. 7 Simulated results of dual-bandpass filter.

Fig. 7은 이중 대역통과 필터의 설계 결과를 나타낸다. Fig. 7을 보면, 2.4 GHz에서 공진하는 단일대역인 Fig. 4와 달리 2.4 GHz, 5.8GHz에 공진하는 이중대역을 가진다. 2.4 GHz에서의 대역폭은 100 MHz, 5.8 GHz에서의 대역폭은 1000 MHz이다. 통과대역 내에서 반사손실은 각각 -20 dB, -25 dB이고 삽입손실은 각각 -0.275 dB, -0.127 dB이다. 통과대역 내에서의 반사손실이 -15 dB 이하로 기존의 이중 대역통과 필터의 반사손실 특성을 만족하는 것을 알 수 있다.

### 3.2 주파수 2.4 GHz와 5.2 GHz에서 공진하는 이중 대역통과 필터 설계

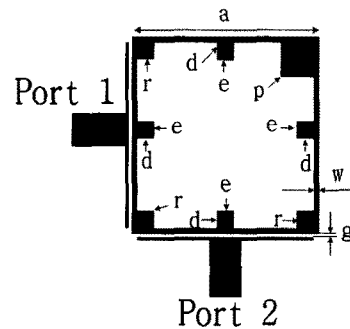


Fig. 8 Geometry of new dual-bandpass filter

Görür(2004)이 제안한 단일대역인 Fig. 1의 구조에서 더 나아가서 개방 스티브를 적용한 새로운 형태의 이중 대역통과 필터를 제안하였다. Fig. 8은 본 논문에서 제안한 개방 스티브를 적용한 새로운 형태의 이중 대역통과 필터의 구조이다. 여기서 개방 스티브 길이가 잘 맞지 않을 경우 저주파대역 내에 감쇠극이 다수 발생되기 때문에 설계에 의하여 적절한 길이를 선택하였다. 또한, 개방 스티브로 인해 첫 번째 공진 주파수도 약간 이동하기 때문에 이 문제점을 보완하기 위해 이중 대역통과 필터의 크기를 약간 작게 설계했다(최 등, 2007; Wong, 2007).

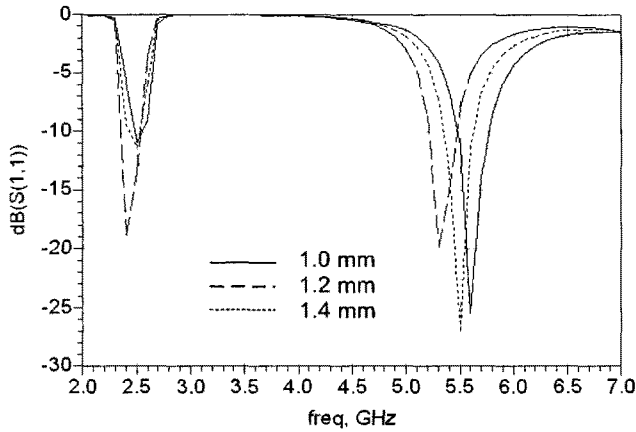


Fig. 9 Simulated results for different length of open stub (1.0 mm ~ 1.4 mm).

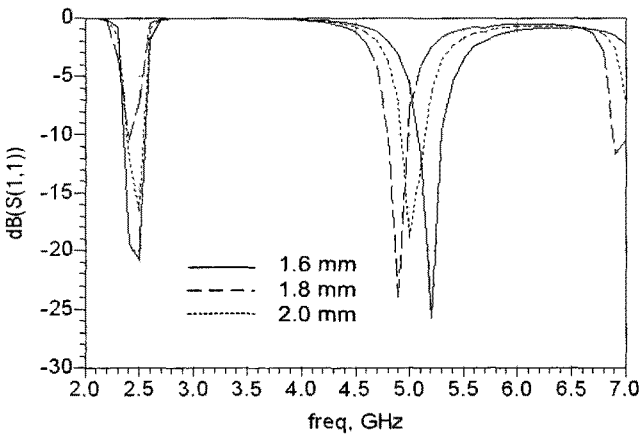


Fig. 10 Simulated results for different length of open stub (1.6 mm ~ 2.0 mm).

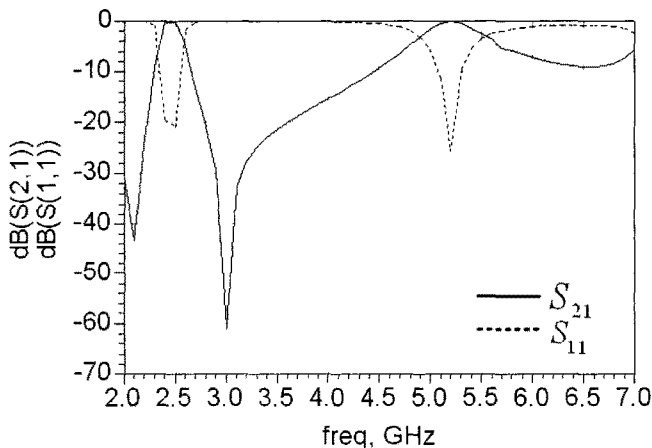


Fig. 11 Simulated results of new dual-bandpass filter

개방 스텐브 길이에 따른 첫 번째 공진 주파수와 두 번째 공진 주파수의 변화는 Fig. 9와 Fig. 10과 같다. Fig. 9와 Fig. 10은 선로에서의 개방 스텐브 폭을 1.6 mm로 고정하고 개방 스텐브 길이를 1.0 mm ~ 2.0 mm사이에서 0.2 mm씩 조절함

에 따른  $S_{11}$ 에서의 주파수 특성을 나타낸 설계 결과이다.

Fig. 9와 Fig. 10을 보면 두 번째 공진 주파수의 변화가 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 개방 스텐브 길이가 길어짐에 따라 저지대역이 변화 하면서 공진 주파수는 전체적으로 하향 이동을 한다는 것을 알 수 있다. 따라서 개방 스텐브 길이가 1.6 mm 즉, 개방 스텐브 크기가 1.6 mm<sup>2</sup>일 때 원하는 주파수를 얻을 수 있다.

Fig. 11은 제안된 새로운 형태의 이중 대역통과 필터의 설계 결과를 나타낸다. Fig. 11을 보면 2.4 GHz대역에서 동일한 특성이지만, 5.8 GHz에서 공진하는 Fig. 7과 달리 5.2 GHz대역에서 공진한다.

2.4 GHz 주파수에서의 대역폭은 100 MHz, 5.2 GHz 주파수에서의 대역폭은 600 MHz이다. 통과대역 내에서 반사손실은 각각 -19 dB, -26 dB이고, 삽입손실은 각각 -0.289 dB, -0.066 dB이다. 통과대역 내에서의 반사손실이 -15 dB 이하로 기존의 이중대역통과 필터의 반사손실 특성을 만족하는 것을 알 수 있다.

#### 4. 이중 대역통과 필터의 제작 및 측정결과

Fig. 1과 Fig. 8의 구조를 가진 두 종류의 이중 대역통과 필터를 비유전율이 4.4이고, 기판두께가 1.6 mm인 FR4기판에 설계 결과를 바탕으로 제작하여 구현하고 Network Analyzer (Anritsu 37369D)를 이용하여 측정된 결과를 아래에 나타낸다.

##### 4.1 주파수 2.4 GHz와 5.8 GHz에서 공진하는 이중 대역통과 필터 제작 및 측정결과

아래의 Fig. 12는 Fig. 1의 구조로 동일하지만 기존의 단일 대역이 아닌 2.4 GHz와 5.8 GHz에서 공진하는 이중대역 필터를 제작한 그림이다. Fig. 1의 구조로 제작된 이중 대역통과 필터 크기는 18 mm<sup>2</sup>, 폭(w)은 0.5 mm, 커플링 갭(g)은 0.3 mm이며, reference element 크기는 1.6 mm<sup>2</sup>, perturbation element 크기는 3.2 mm<sup>2</sup>이다.

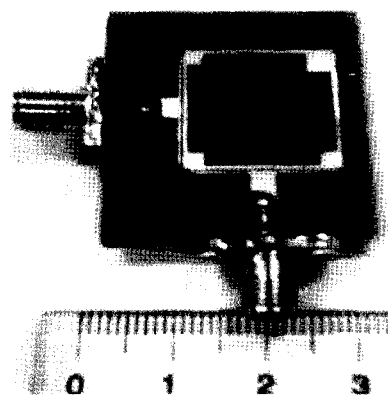


Fig. 12 Manufactured dual-bandpass filter

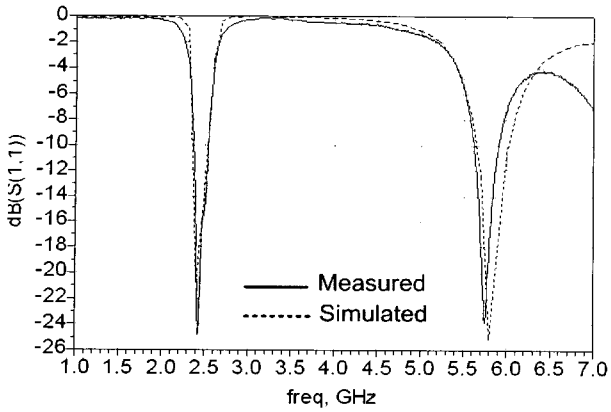


Fig. 13 Simulated and measured results of  $S_{11}$ .

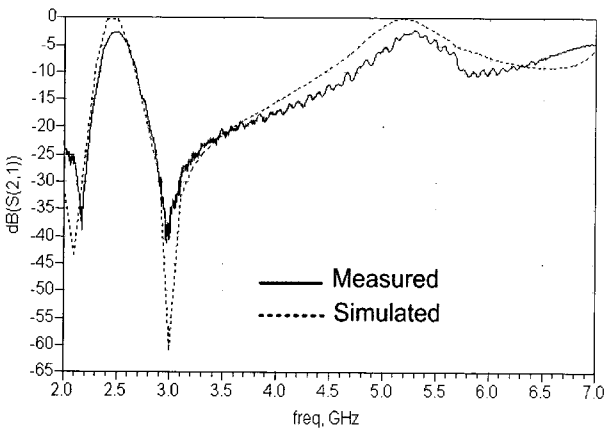


Fig. 14 Simulated and measured results of  $S_{21}$ .

2.4 GHz와 5.8 GHz의 주파수에서 공진하는 이중 대역통과 필터의 측정 결과는 Fig. 13과 Fig. 14에 나타내었다. Fig. 13과 Fig. 14에서 보이는 바와 같이 제작한 이중 대역통과의 측정 결과는 2.42 GHz와 5.747 GHz 주파수에서 공진하며, 통과대역 내에서 반사손실은 각각 -24 dB 이하, -23 dB 이하이고, 삽입손실은 각각 -2.667 dB, -2.161 dB이다.

#### 4.2 주파수 2.4 GHz와 5.2 GHz에서 공진하는 이중 대역통과 필터 제작 및 측정결과

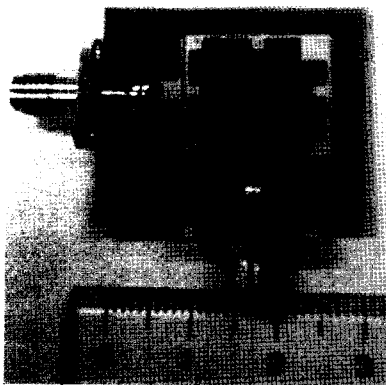


Fig. 15 Manufactured new dual-bandpass filter

Fig. 15는 2.4 GHz와 5.8 GHz에서 공진하는 이중대역 통과 필터의 제작그림인 Fig. 12와 달리 2.4 GHz와 5.2 GHz에서 공진하는 새로운 형태인 Fig. 8의 구조로 제작한 새로운 형태의 이중 대역통과 필터이다. 새로운 형태의 이중 대역통과 필터 크기는  $17.5 \text{ mm}^2$ , 폭(w)은 0.5 mm, 커플링 갭(g)은 0.3 mm이며, reference element 크기는  $1.6 \text{ mm}^2$ , perturbation element 크기는  $3.1 \text{ mm}^2$ , open stub의 크기는  $1.6 \text{ mm}^2$ 이다.

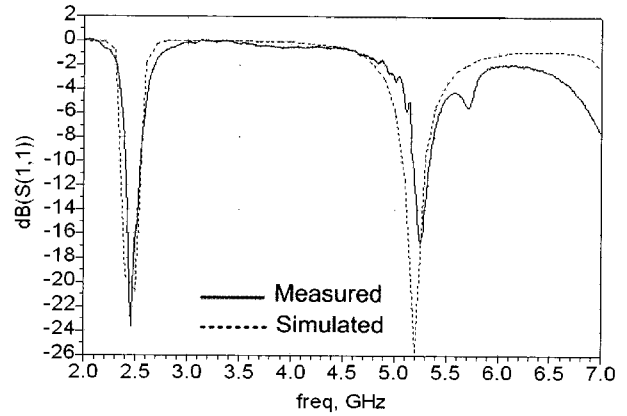


Fig. 16 Simulated and measured results of  $S_{11}$

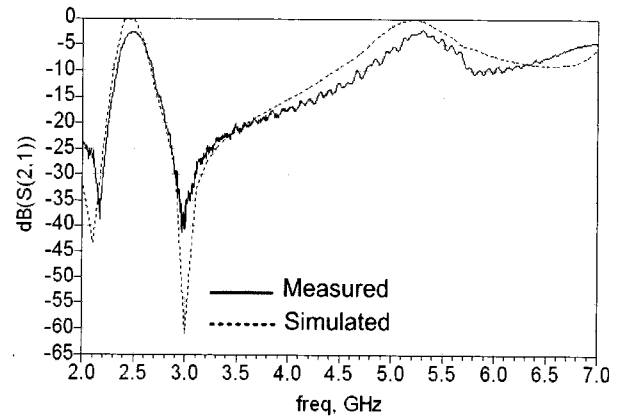


Fig. 17 Simulated and measured results of  $S_{21}$ .

2.4 GHz와 5.2 GHz의 주파수에서 공진하는 이중 대역통과 필터의 측정결과는 Fig. 16과 Fig. 17에 나타내었다. Fig. 16과 Fig. 17에서 보이는 바와 같이 제작한 이중 대역통과의 측정 결과는 2.45 GHz와 5.24 GHz 주파수에서 공진하며, 통과대역 내에서 반사손실은 각각 -23 dB 이하, -16 dB 이하이고, 삽입손실은 각각 -2.698 dB, -2.172 dB이다.

Fig. 13 ~ Fig. 17에서 보이는 바와 같이 실제 제작 하였을 때 커플링 갭의 폭과 사각루프 선로가 손실됨으로써 삽입손실에서 오차가 발생되었고, 사각패치의 선로손실로 인하여 크기가 작아지면서 공진 주파수가 약간 이동하였다. 하지만 전체적인 특성은 설계 결과와 거의 일치 한다고 볼 수 있다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 Görür(2004)가 제안한 2.4 GHz 에서의 단일 대역을 갖는 이중모드 대역통과 필터와 달리 reference element와 perturbation element의 크기를 조절하여 주파수 2.4 GHz와 5.8 GHz에서 공진하는 이중 대역통과 필터를 설계 하였고, 혼신 문제를 덜기 위해 5.15 GHz ~ 5.35 GHz대역 주 파수의 필요성이 요구되고 있기 때문에 개방 스테르브를 적용하 여 저지대역을 변화시켜 원하는 주파수대역으로 이동시켜 주 파수 2.4 GHz와 5.2 GHz에서 공진하는 새로운 형태의 이중 대역통과 필터를 제안하였다.

제작상 에칭에서의 선로 손실 및 납땜으로 인한 손실, 그리고 Network Analyzer의 케이블 손실로 인해 설계 결과와 다 소 차이가 나지만 전체적인 특성이 잘 일치하여 본 논문에서 제안한 새로운 형태의 이중 대역통과 필터는 선박 무선 랜용 에 적합하다고 볼 수 있다.

## 후 기

“이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국 학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임”  
(KRF-2005-005-J00501)

## 참 고 문 헌

[1] 강민수, 박연식(2005), “무선랜을 이용한 소형선박 식별시스템,” 한국해양정보통신학회논문지, 제6권, 제2호, pp. 23 ~26

[2] 강민수, 성길영, 이상욱, 김현덕, 박연식(2004), “무선랜 이 용한 항만관리통신망,” 한국해양정보통신학회논문지, 제8 권, 제4호, pp. 782~786

[3] 김경훈, 강상인, 박인모, 임한조(2004), “슬롯과 개방 스테르브의 특성을 결합한 소형 저역통과 여파기,” 한국전자과학 회논문지, 제15권, 제1호, pp. 36~43

[4] 김용균(2003), “무선 LAN 기술 및 시장 동향,” 정보통신연 구진흥원, 주간기술동향 1104호

[5] 오승곤(2002), “국내외 5 GHz대역 주파수 이용 동향,”한 국통신학회지, 제19권, 제5호, pp. 646~654

[6] 이주갑, 이우성, 류재중, 문연관, 김하철, 최현철(2007), “스텝 Perturbation의 영향에 따른 주기적 스텝 임피던스 링 공진기의 해석 및 이중모드 대역통과 필터의 적용,” 한국전자과학회논문지, 제18권, 제7호, pp. 739~746.

[7] 최성수, 박동철(2007), “개방 스테르브를 이용한 이중모드 마이크로스트립 링 공진기의 소형화 및 대역통과 필터 설계,” 한국전자과학회논문지, 제18권, 제6호, pp. 674~ 679.

[8] 현대미포조선(2008), “선박용 통합네트워크로 세계 시장 선도”, <http://www.hmd.co.kr>.

[9] Görür, A.(2004), “Description of Coupling Betwe en Degenerate Modes of a Dual-Mode Microstrip Loop Resonator Using a Novel Perturbation Arrangement and Its Dual-Mode Bandpass Filter Applications,” IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 52, no. 2, pp. 671~677.

[10] Hong, J. S. and Lancaster, M. J.(2001), “Microstrip Filters for RF/Microwave Applications,” John Wiley & Son, Inc.

[11] Lee, H. M. and Tsai, C. M.(2007), “Dual-Band Filter Design With Flexible Passband Frequency and Bandwidth Selections,” IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 55, no. 5, pp. 1002~1009.

[12] RF-TNC(2008), “RFLINK-52AG,” <http://www.rftnc.com>.

[13] Wong, K. L.(2007), “A Miniature Dual-Mode Band pass Filter Using Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Substrate,” IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., vol 17, no 8, pp. 580~582, Aug 2007.

[14] Zhang, X. Y. (2007), “Dual-Band Bandpass Filter Using-Loaded Resonators,” IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., vol 17, no 8, pp. 583~585, Aug 2007.

원고접수일 : 2008년 4월 14일  
심사완료일 : 2008년 7월 29일  
원고채택일 : 2008년 7월 30일