

---

# DGS형 무선 랜 차단대역을 포함하는 UWB(Ultra-Wide Band) 대역통과 여파기 설계

김 갑 기\*

The Design of Ultra-Wide Band(UWB) Band Pass Filter with WLAN Notched Band  
of DGS(Defected Ground Structure)-Type

Kab-Ki Kim\*

## 요 약

본 논문에서는 결합 기저면 구조(DGS)를 이용하여 WLAN 차단 필터 포함하는 소형의 초광대역 대역통과 필터를 제안 하였다. H-모형의 슬롯은 IDC(Inter-Digital Capacitor)의 커플링을 이용하여 대역통과 필터의 성능을 향상시키기 위하여 채택 하였고, 끝이 점점 작아지는 결합 접지 구조 3쌍은 대역신호를 제외한 전송이 0이 되기 위하여 형성된 것이다. 또한 구부러진 슬롯은 원하지 않는 WLAN 무선 신호들을 걸러내도록 개발하였다. 이러한 세 구조들의 조합으로 소형의 UWB 대역통과 필터를 얻을 수 있었다.

## ABSTRACT

In this paper, A compact ultra-wideband(UWB) bandpass filter(BPF) with WLAN notched filter has been proposed. H-shaped slot is studied and adopted to tighten the coupling of inter-digital capacitor in order to improve the BPF's performance. Three pairs of tapered defected ground structures(DGS) are formed to assign their transmission zeros towards the out of band signal, thereby suppressing the spurious passband. Also Meander line slot is developed to reject the undesired wireless local-area network(WLAN) radio signals. That's combining these three structures we obtain a small sized UWB BPF.

## 키워드

Notched Band, Inter-digital Capacitor(IDC), DGS, Meander Line Slot

## 1. 서 론

최근 초고속 멀티미디어 시스템의 발달과 소비자들의 수요 증가에 따라 UWB(Ultra Wide Band) 무선 기술이 각광을 받고 있다.

UWB 무선기술은 2002년 미국 FCC(Federal-Communication Commission)에서 주파수 대역폭이 20%

이상이거나 500[MHz]이상의 RF대역폭을 갖는 시스템으로 정의하였으며, 통신용으로는 3.1~10.6[GHz] 대역에서 사용이 허가 되었다. 이에 따라 UWB 시스템에 적용하기 위한 안테나, 여파기 등을 포함한 많은 RF 소자들에 대한 연구들이 진행되고 있다[1][2]. 하지만 실내(옥내) 그리고 소형의 UWB 사용자들을 위한 3.1~10.6[GHz]의 UWB 주파수대역은 무선 랜 신호들로부터 간섭을 받게

된다. 대부분의 무선 랜 시스템은 2.4(IEEE 802.11b, g)[GHz]와 5[GHz] 주파수 대역 5.725, 5.825[GHz](IEEE 802.11a 대역)에서 설계되어 활용되어지고 있다. 따라서 UWB 주파수에서의 소형 통신 장비들의 동작은 무선 랜 신호들로부터 간섭을 피하기 위하여 UWB 대역에서 차단대역을 갖는 소형의 대역통과 필터(BPF)가 필요하게 되어졌다. 현재 UWB용 대역통과 필터를 설계하기 위하여 다양한 방법들이 제시되었는데, 참고문헌[3],[4]에서는 UWB BPF 설계를 위해 다중모드 공진기를 이용하였다. 그러나 이러한 필터들은 좁은 저지대역을 갖는 단점을 확인할 수 있었고, 참고문헌[5],[6]에서는 CPW구조들과 마이크로스트립/CPW 하이브리드 구조로 된 UWB BPF 설계를 제안하였다. 이러한 종류의 필터들의 장점으로서는 매우 간단한 소자들로 예리한 스킨트 선택도를 갖지만, 높은 주파수에서의 효율은 낮은 단점을 가지고 있다. 참고문헌[7]과[8]에서의 UWB BPF들은 저역필터와 고역필터 직렬접속으로 부터 넓은 대역폭을 가지는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 낮은 주파수에서 천이 대역은 충분히 예리하지 못한 것을 볼 수 있다. 왜냐하면 높은 통과 특성이 낮기 때문이다. 차단 대역을 포함하는 UWB BPF는 내장된 개방회로 스테르브로부터 얻어지는데, 이러한 구조는 원하지 않는 무선신호를 차단할 수 있는 효과적인 방법이다. 그러나 이 구조 또한 상대적으로 큰 접지면을 가지고 있는 것을 볼 수 있었다.

따라서 본 논문에서는 높은 필터링 특성을 가지며, 상대적으로 작은 크기를 갖는 새로운 소형 구조를 제안하고 설계를 하고자 한다. 제안된 구조는 구불구불한 직사각형의 슬롯을 삽입함으로써 원하지 않는 무선 랜 신호들을 차단할 수 있고, 높은 임피던스와 낮은 임피던스를 갖는 마이크로스트립 선로, 접지회로 스테르브 그리고 Inter digital Capacitor(IDC)들로 구성되어져 있다. H-형태 슬롯을 가지는 IDC로부터 강한 결합 특성을 얻을 수 있었고, 결합접지구조들의 다양한 변수들로부터 원하지 않는 주파수 대역을 차단할 수가 있었다. 제안된 UWB 필터의 특성으로는 2.2GHz에서 10.3GHz까지 통과대역을 가지고 있으며 대역폭은 118%의 특성을 나타내었다.

## II. UWB Band Pass Filter 설계

그림 1(a),(b)에서 보이는 것과 같이 BPF의 구조는 낮은 임피던스 마이크로스트립 선로와 접지회로 스테르브에 H-형태 슬롯의 IDC 결합으로 이루어져 있다. 종단부 부분의 마이크로스트립 선로의 폭은 2.8[mm]이고, 유전율은 2.65로, 기관의 두께는 1[mm]이다. 그 결과 전송선로는 50[Ω]에 정합되었다. IDC 돌기모양 길이는 6.2[mm] 그리고 의 폭은 0.79[mm] 이다. 회로기관의 뒷면에 식각된 H모양의 슬롯의 도움을 받아, 인접한 돌기 사이의 거리는 0.2[mm] 이고 이것은 일반적인 PCB기술로 매우 쉽게 제작 될 수 있다. 낮은 임피던스를 갖는 마이크로스트립의 길이는 중심주파수 6.85[GHz] 파장의  $\lambda/4$  이다. 그리고 폭은 약 3.7[mm] 이다. 접지-회로 스테르브는 낮은 주파수에서 전송 손실이 0이 되기 위하여 낮은 임피던스 마이크로스트립 선로에 연결되어 있다.

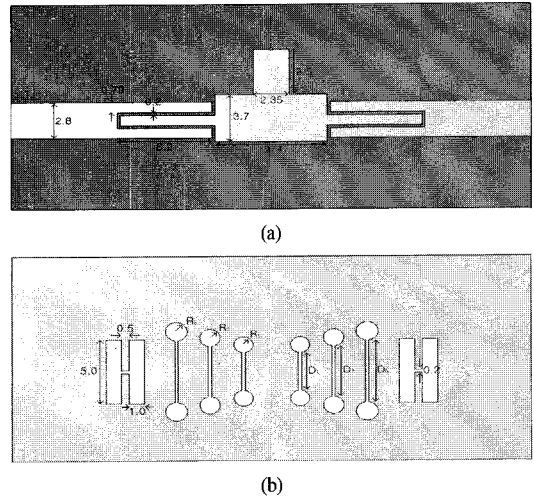


그림 1. 설계된 UWB BPF의 구조  
 $D_1=3.0, D_2=4.0, D_3=5.0, R_1=0.6, R_2=0.65, R_3=0.7mm$   
 Fig. 1 Schematic of designed UWB BPF filter

반면에 높은 주파수에서 BPF 주파수 동작을 향상시키기 위하여 그라운드 평면에서 결합 형태의 식각을 하는 DGS를 설계 하였다. 전통적인 DGS 구조에 기초로 하여[9][10][11], 높은 주파수 대역에서 전송손실이 0이 되는 아령모양의 DGS 모형을 제안 하였다. 그림 1(b)에서 보듯이, 동일하지 않는 소자의 치수는 등차수열 순서에

비례하여 변화한다. 그림 2와 3에서는 DGS를 포함하는 BPF의 시뮬레이션 결과값을 보여주고 있다. 시뮬레이션은 CST사의 Micro-wave studio 2006b를 사용하여 2.2 [GHz]에서 10.3[GHz]까지 통과대역과 대역폭은 118%의 특성을 나타내었다.

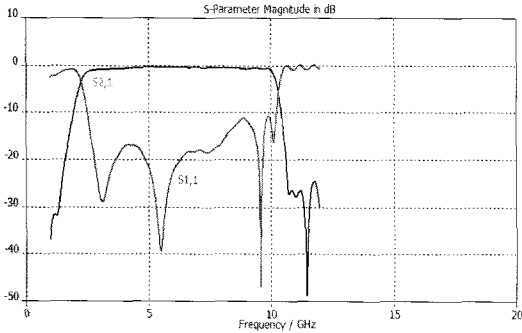


그림 2. 시뮬레이션 측정 결과 S11  
Fig. 2 The simulated result S11

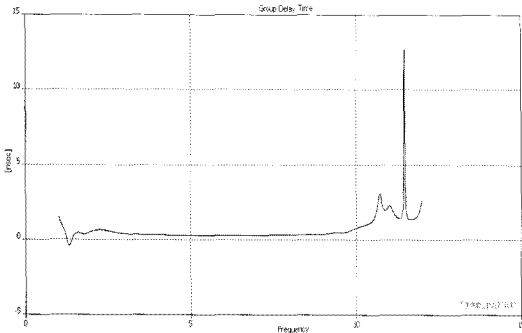
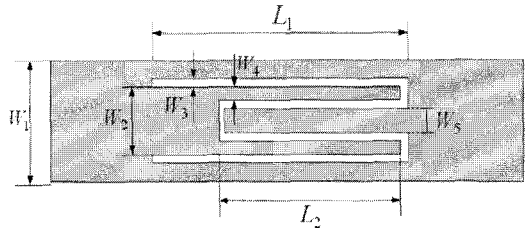


그림 3. 시뮬레이션 측정 결과 Group Delay  
Fig. 3 The simulated result Group Delay

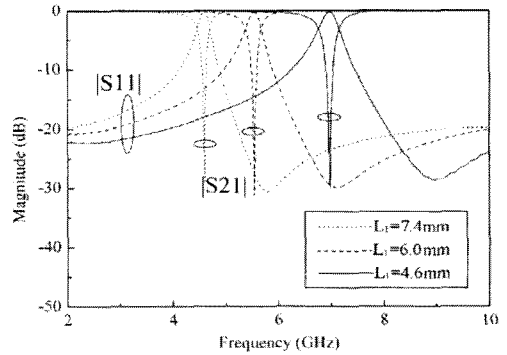
### III. Notched Filter 설계

식각되어진 개방 회로 스텐드는 넓은 통과 대역에서 좁은 차단대역을 발생시킬 수 있도록 제안하였다. 또한 회로의 크기를 최소화하기 위하여 구불구불한 직사각형의 슬롯을 제안 하였다.

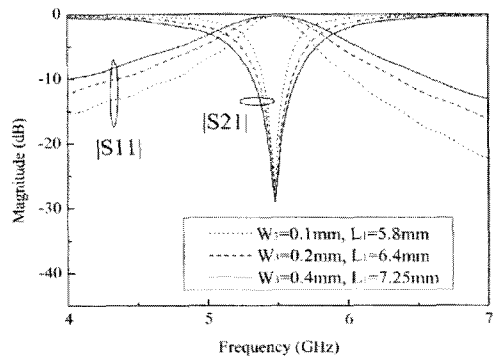
그림 4(a)에서 볼 수 있듯이, 구불구불한 직사각형의 슬롯은 좁은 차단 대역을 생성할 수 있고, 동시에 전체 회로를 좀 더 밀집시킬 수 있다.



(a)



(b)



(c)

그림 4. 차단대역을 갖는 필터 구조 및 결과  
Fig. 4 Filter schematic and result with notched band

이러한 구조는 참고문헌[12]에서 제안한 것과 비교하여 35%정도 길이를 축소시킬 수 있었고, 그림 4(b)에서 보듯이 공진주파수들은 4.6, 5.6 그리고 7.0[GHz]이며 그때  $L_1$ 의 값들은 각각 7.4[mm], 6.0[mm], 그리고 4.6[mm]이다.

또한 구불구불한 직사각형의 슬롯형태의 폭과 길이의 변화에 따라 차단 대역의 폭을 변화시킬 수 있었다. 그림 3(c)에서 3dB 차단대역 폭들은  $W_3$ 와  $L_1$ 의 변수값

에 따라 0.7, 0.84, 0.9[GHz]로 나타났다.

다음 그림 5에서 UWB용 대역통과 필터와 무선 랜 차단대역을 포함하는 Notched 필터를 합친 구조를 보여 주고 있다. 최종적으로 설계 되어진 필터의 전체 크기는 36[mm]×16[mm]로 소형의 크기를 가짐을 확인할 수 있다.

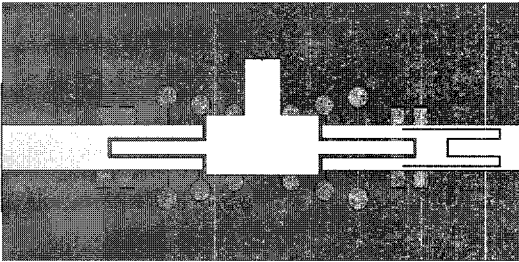


그림 5. 차단대역을 포함하는 UWB 필터 구조  
Fig. 5 Schematic of UWB filter with notched band

#### IV. 결 론

본 논문에서는 UWB대역을 만족하며 동시에 무선 랜 대역을 차단할 수 있는 소형의 대역통과 필터를 제안하고 설계 하였다. UWB BPF는 끝이 점점 줄어드는 3쌍의 결합접지구조에 두 개의 완벽한 IDC 커플링과 접지회로 스텐드로 구성되어 있다. 특성으로는 통과대역이 2.2~10.3[GHz]로 -3dB 대역이 118%인 특성을 나타내었으며, 무선 랜 대역을 차단하기 위한 필터는 회로 크기를 최소화하기 위하여 구불구불한 직사각형의 슬롯형태를 제안하였으며, 설계되어진 필터의 결과 분석으로 부터 무선 랜 대역의 5.725, 5.825[GHz](IEEE 802.11a 이상)의 대역들을 차단할 수 있음을 확인하였다. 추후에 선행되어야 할 작업으로는 UWB 대역을 만족하는 10.6[GHz]까지의 대역폭을 확보하며, 9~10[GHz]의 -3dB 통과 대역폭을 -20dB정도 확장할 것이다. 최종적으로 UWB BPF에 무선 랜 차단대역을 갖는 구불구불한 직사각형의 슬롯을 삽입하여 UWB대역에서 무선 랜 대역을 차단하는 초소형 필터를 설계 및 제작할 것이다.

#### 참고문헌

- [ 1 ] C. L. HUS, F. C. HUS, and J. T. Kuo, "Microstrip bandpass filters of ultra-wideband (UWB) wireless communications", IEEE MTT-S Int. Microwave System. Dig., CDROM, 2005.
- [ 2 ] G. Y. Chen, J. S. Sun, S. Y. Huang, Y. D. Chen and C. H. Lin, "Characteristics of UWB antenna and wave propagation", Int'l Signal processing and Commun. Systems, vol/13, pp.713-716, Dec. 2005.
- [ 3 ] L. Zhu, S. Sun, and W. Menzel, "ultra-wideband(UWB) bandpass filters using multiple-mode resonator," IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., vol. 15, no. 11, pp. 796-798, Nov. 2005.
- [ 4 ] S. Sun and L. Zhu, "Capacitive -ended interdigital coupled lines for UWB bandpass filters with improved out-of-band performances," IEEE Microw. Wireless compon. Lett., vol 16, no. 8, pp.440-442, Aug. 2006.
- [ 5 ] N. W. Chen and K. Z. Fang, "An ultra-broadband coplanar-waveguide band-pass filter with sharp skirt selectivity," IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., vol. 17, no. 2, pp 124-126, Feb. 2007.
- [ 6 ] N. Thomson and J. S. Hong, "Compact ultra-wideband microstrip/coplanar waveguide bandpass filter," IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., vol. 17, no. 3, pp. 184-186, Mar. 2007.
- [ 7 ] C. Hsu, F. Hsu, and J. Kuo, "Microstrip bandpass filter for ultrawideband(UWB) wireless communications," in IEEE MTT-S Int. Dig., Jun. 2005, pp. 679-682.
- [ 8 ] G. M. Yang, R. Jin, and J. Geng, "Planar microstrip UWB bandpass filter using U-shaped slot coupling structure," Electron. Lett., vol.42, no. 25, pp. 1461-1463, Dec. 2006.
- [ 9 ] D. Ahn, J. Park C. Kim, J. Kim, Y. Qian, and T. Itoh, "A design of the low-pass filter using the novel microstrip defected ground structure," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol.49, no. 1, pp. 86-92, Jan. 2001.
- [10] H. Liu, Z. Li, X. Sun, and J. Mao, "An improved 1-D periodic defected ground structure for microstrip line," IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., vol. 14, no. 4, pp. 180-182, Apr. 2004

- [11] A. B. A. -Rahman, A. K. Verma, A. Boutjdar, and A. S. Omar, "Control of bandstop response of Hi-Lo microstrip low-pass filter using slot in ground plane," IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 52, no. 3, pp. 1008-1013, Mar. 2004.
- [12] H. Shaman and J. S. Hong, "Ultra-wideband(UWB) bandpass filter with embedded bandnotch structures," IEEE Microwave Wireless Compon. Lett., vol.17, no.3, pp. 193~195, Mar. 2007.

### 저자소개



김갑기(Kab-Ki Kim)

1980년 광운대학교 통신공학과  
(공학사)

1984년 건국대학교 대학원  
전자공학과 (공학석사)

1998년 건국대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)

2001~2002년 뉴욕시립대학 전자공학과 연구교수

2004년~현재 목포해양대학교 해양전자통신공학부  
교수

※ 관심분야: 마이크로파 통신, 초고주파 회로설계,  
해상무선통신, 이동통신, 위성통신