

---

# 아이솔레이터를 장착한 Cellular와 DCS 밴드용 유전체 필터의 설계 및 제작

최우성\* · 양성현\*\*

Design and Fabrication of Dielectric Filters for Cellular and DCS Bands with Isolator

U-Sung Choi\* · Sung-Hyun Yang\*\*

---

이 논문은 2009년도 원광대학교의 교비 지원에 의해서 수행됨

---

## 요 약

셀룰라 수신(824 ~ 849 MHz)대역에서 삽입손실, 리플, 반사손실은 각각 -1.7093dB, 0.9162dB, -24.762dB를 보여준 반면, 송신(869 ~ 894 MHz)대역에서는 각각 -1.8021dB, 0.9615dB, -22.258dB를 나타내었다. 한편, DCS 수신(1710 ~ 1785 MHz)대역에서 삽입손실, 리플, 반사손실은 각각 -2.0149dB, 1.5163dB, -34.046dB를 확인할 수 있었으며, 송신(1805 ~ 1880 MHz)대역에서는 -1.5894dB, 2.3742dB, -33.058dB값을 각각 보여주었다. 특히, 밴드대역 엣지로부터 5MHz 떨어진 주파수에서의 감쇠는 셀룰라 수신 대역에서 -9.1399dB와 -14.336dB, 송신대역에서 -7.0343dB와 -5.2943dB를 각각 보였다. 상대 송신단으로부터 DCS 수신대역에서의 감쇠는 각각 -58.298dB와 -65.644dB를 나타낸 반면에, 상대 수신단으로부터 DCS 송신대역에서는 각각 -70.659dB와 -50.488dB를 각각 나타내었다. 위 결과로부터 아이솔레이터를 장착한 Cellular와 DCS 밴드용 유전체 필터는 좋은 스킨트 특성과 평탄도를 보여줌을 확인하였다.

## ABSTRACT

Insertion loss, ripple, and return loss were -1.7093dB, 0.9162dB, and -24.762dB with Cellular Rx(824 ~ 849 MHz), -1.8021dB, 0.9615dB, and -22.258 with Tx(869 ~ 894 MHz), respectively. On the other hand, insertion loss, ripple, and return loss were -2.0149dB, 1.5163dB, and -34.046 dB with DCS Rx(1710 ~ 1785 MHz), -1.5894dB, 2.3742dB, and -33.058dB with Tx(1805 ~ 1880 MHz), respectively. In the particular, the attenuations in 5MHz edge of band width were -9.1399dB and -14.336dB with Cellular Rx, -7.0343dB and -5.2943dB with Cellular Tx, respectively. The attenuations of DCS Rx from the relative Tx were -58.298dB and -65.644dB, respectively. On the other hand, those of DCS Tx from the relative Rx were -70.659dB and -50.488dB, respectively. From the above results, the dielectric filters for Cellular and DCS band with Isolator showed the good skirt and ripple characteristics.

## 키워드

스킨트, 평탄도, 셀룰라, 디시에스

## Key word

Skirt, Ripple, Cellular, DCS

---

\* 정희원 : 원광대학교 공과대학 전기정보통신공학부  
\*\* 정희원 : 광운대학교 전자공학과 (교신저자, shyang@kw.ac.kr)

접수일자 : 2011. 04. 25  
심사완료일자 : 2011. 05. 22

## I. 서 론

필터는 디지털 신호 처리를 포함한 많은 상황에서 필요불가결한 것이다. 대부분의 디지털 신호처리 장치의 목적은 **antialiasing filter**라고 하는 아날로그 필터이다. 그것은 샘플링 요구에 근거한 디지털 필터가 다룰 수 있는 영역으로 입력신호의 주파수를 제한한다. 디지털 필터 설계에 대한 흔한 방법은 필요한 스펙을 만나게 되는 아날로그 필터에서 시작하는 것이다. 그리고 나서 적당한 디지털로 실현하도록 변환하는 것이다. 수동소자들을 사용한 아날로그 필터들은 광범위한 주파수 영역을 처리할 수 있다. 연산 증폭기나 다른 수동 소자들을 이용하는 능동 필터들은 거의 높은 고주파를 제외하고는 아날로그 신호-처리 응용에서 사용된다[1-3].

필터의 설계는 스펙이 간단할수록 설계 목적이나 회로 실행을 달성할 가능성이 더 좋다. 일련의 성능 스펙에 근거한 설계는 세 단계를 절충해야 한다. 첫 번째로, 실제 필터는 실행 스펙이 너무나 엄격하다면, 결코 충족시키지 못한다. 두 번째로 같은 스펙이 다르게 실현될 수 있다. 세 번째로, 만일 설계치가 너무나 임계에 근접한다면 고유의 성분오차가 회로를 쓸모없게 만들 수도 있다. 필터 설계 기술은 성능이 어떻게 명세 되어지는냐에 따라 다르다. 단순한 스펙은 처리되는 주파수 영역(통과되거나 거절되는)만을 포함한다. 더 엄중한 제약은 통과역 리플의 구체적인 양을 포함하거나 저지역 감쇠, 전이대역폭을 포함할지도 모른다. 좀 더 강한 스펙은 추가적으로 선형 위상을 요구하거나 또는 최소 필터 차수, 구체적인 필터 유형을 요구한다 [4-5].

따라서, 본 논문에서는 Cellular와 DCS 대역에서 저지대역의 극복에 필요한 skirt특성과 통과대역의 평탄도를 동시에 만족하는 동시에 인접 대역의 주파수의 간섭을 피하고, 역신호 인가시 주파수 혼입을 방지하기 위한 아이솔레이터를 장착한 유전체 필터를 설계 및 제작을 하였다.

## II. 설계 및 제작

설계는 총 6단계로 구분하여 실시하였다[6].

첫 번째 회로설계는 R/L/C/조합으로 설계프로그램(ADS등)을 이용하여 회로 설계작업을 하였다. 두 번째 구조설계는 일체형 모노블럭의 구조해석 설계프로그램(HFSS)을 이용하여 설계작업을 하였다. 세 번째 패턴설계는 구조학 설계작업에서 산출된 회로패턴을 기초로 패턴설계프로그램(AUTO CAD)을 이용한 패턴설계작업을 하였다. 네 번째 PCB설계는 회로설계 작업에서 산출된 설계회로를 기초로 제품의 구조적/전기적 특성에 맞는 PCB(PRINTED CIRCUIT BOARD) 설계작업을 하였다. 다섯 번째 부품조립도면 설계는 설계완료된 PCB 위에 장착될 부품(아이솔레이터, 세라믹소체, 메탈케이스)의 배치도를 설계하였다. 마지막으로 세라믹소체 금형설계작업(AUTO CAD)과 메탈케이스 금형설계작업(AUTO CAD)을 하였다.

제작은 총 7단계로 나누어 진행하였다. 첫 번째는 설계완료된 세라믹소체 성형금형을 이용하여 분말 세라믹파우더를 일정한 규격의 성형체로 제작하였다. Cellular 밴드용은 유전율이 90정도를 사용하였고, DCS는 유전율이 22정도의 낮은것을 사용하였다. 두 번째 소체 소결작업은 성형완료된 성형체를 고온의 전기로안에 일정기간 투입하여 세라믹 결정체 완성작업을 하였다. 세 번째 소체 디핑작업은 소결완료된 세라믹 결정체 전면에 액상은을 도포하여 고온에 일정기간 투입하여 전기적 특성을 갖는 세라믹 결정체를 만들었다. 네 번째는 연마작업으로 주파수대의 특성구현을 위한 세라믹 결정체의 주파수 세팅작업을 위한 결정체 길이의 조정작업(정밀 연마기사용: 공차 0.001 mm)을 하였다. 다섯 번째는 패턴설계 작업에서 완료된 패턴으로 전기적 특성구현을 위한 패턴인쇄작업(액상은 사용)을 하였다. 여섯 번째는 조립작업으로 설계완료된 PCB위에 소요부품(세라믹 소체, 메탈케이스, 아이솔레이터)을 액상납을 이용한 배치 및 용융작업(액상납은 환경오염물질인 Pb가 전혀없는 Ag:Sn=96.5:3.5사용)을 하였다. 마지막은 튜닝작업으로 네트워크 아날라이저를 이용한 특성검토 및 세라믹 트리밍 기구를 이용한 특성교정 및 미세튜닝작업을 하였다[7-8].

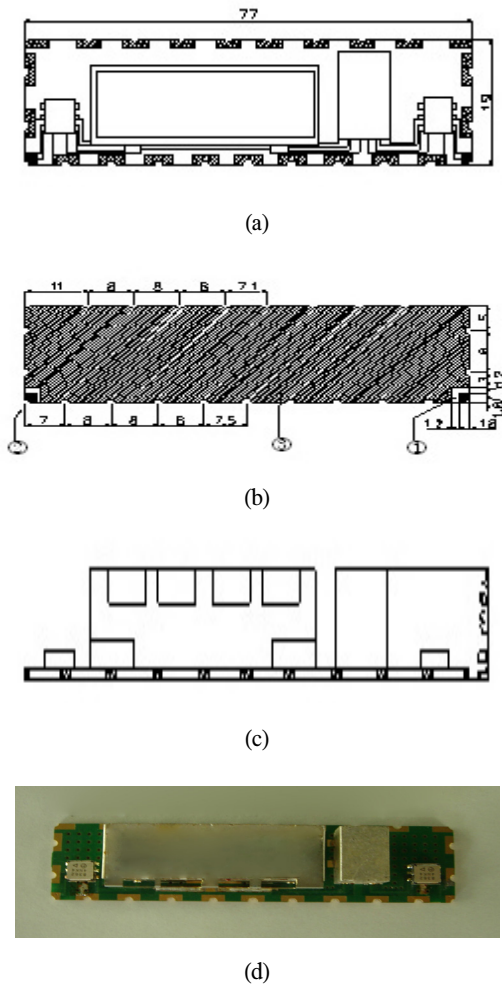


그림 1. 아이솔레이터를 장착한 유전체 필터 PCB 패턴과 제작 제품.  
 (a) 윗면 (b) 바닥면 (c) 옆면 (d) 제작 제품  
 Fig. 1 PCB pattern and fabricated product of the dielectric filters with isolator.  
 (a) Top view (b) Bottom view (c) Side view  
 (d) Fabricated product

그림 1에서는 아이솔레이터가 장착된 유전체 필터의 다양한 방향의 PCB 패턴과 제작 제품을 보여주고 있다. ①은 입력 포트, ②는 출력 포트, ③은 그라운드(ground)를 나타낸다. 아이솔레이터는 방향성이 있는 소자로서 입력과 출력을 잘 구분하여 세라믹필터의 회로중 입력 전단과 출력 후단에 장착한다.

### III. 주파수 특성

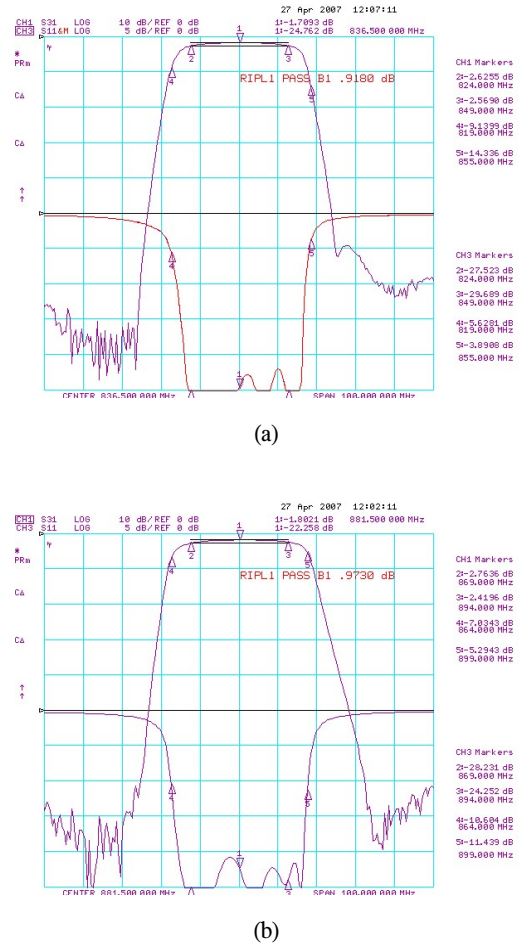
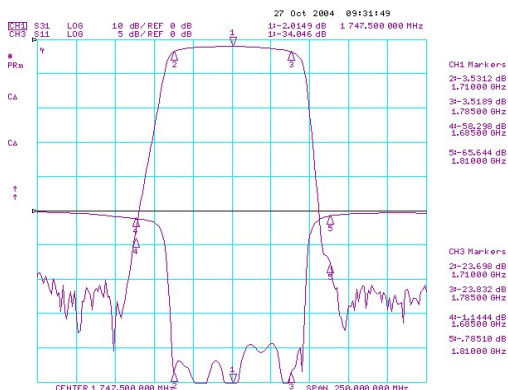


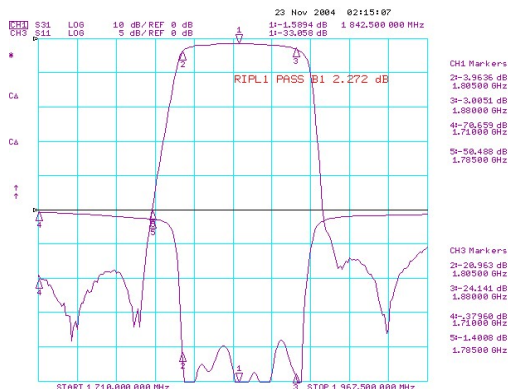
그림 2 Cellular 대역에서의 Rx와 Tx의 주파수 특성.  
 (a) 수신단(824~849 MHz) (b) 송신단(869~894MHz)  
 Fig. 2 Frequency characteristics of Rx and Tx at Cellular band.  
 (a) (Rx : 824~849 MHz) (b) (Tx : 869~894 MHz)

그림 2(a)에서는 Cellular Rx 밴드에서의 주파수 특성을 보여준다. 중심주파수(836.5MHz)에서의 삽입손실, 리플, 반사손실은 각각 -1.7093dB, 0.9162dB, 24.762dB를 나타내었다. 특히, 감쇠는 통과대역의 엣지에서 5MHz 떨어진 주파수로부터 각각 -9.1399dB, -14.336dB의 우수한 특성을 확인하였다.

그림 2(b)에서는 Cellular Tx 밴드에서의 주파수 특성을 나타내었다. 중심주파수(881.5MHz)에서의 삽입손실, 리플, 반사손실은 -1.8021dB, 0.9615dB, -22.258dB를 보여주고 있다. 특히, 감쇠는 통과대역의 엣지에서 5MHz 떨어진 주파수로부터 각각 -7.0343dB, -5.2943dB의 우수한 특성을 확인하였다. 이러한 결과로부터 Cellular Rx와 Tx 밴드에서의 삽입손실, 리플, 반사손실은 비슷한 주파수특성을 보여준 반면, 감쇠는 Rx 밴드쪽이 Tx 밴드에 비하여 우수한 특성을 보였다.



(a)



(b)

그림 3 DCS 대역에서의 Rx와 Tx의 주파수 특성.

(a) 수신단(1710~1785 MHz)

(b)송신단(1805~1880 MHz)

Fig. 3 Frequency characteristics of Rx and Tx at DCS band.

(a) DCS-1800 (Rx : 1710~1785 MHz)

(b) (Tx : 1805~1880MHz)

그림 3(a)에서는 DCS Rx 밴드에서의 주파수 특성을 보여준다. 중심주파수(1.7475GHz)에서의 삽입손실, 리플, 반사손실은 각각 -2.0149dB, 1.5163dB, -34.046dB를 나타내었다. 감쇠는 통과대역에서 저지대역인 상대 Tx 대역에서 각각 -58.298dB, -65.644dB의 우수한 특성을 확인하였다.

그림 3(b)에서는 DCS Tx 밴드에서의 주파수 특성을 보여준다. 중심주파수(1.8425GHz)에서의 삽입손실, 리플, 반사손실은 -1.5894dB, 2.3742dB, -33.058dB를 나타내었다. 감쇠는 통과대역에서 저지대역인 상대 Rx 대역에서 각각 -70.659dB, -50.488dB의 우수한 특성을 확인하였다. 이러한 결과로부터 DCS Rx와 Tx 밴드에서의 삽입손실, 리플, 반사손실, 감쇠는 비슷한 주파수특성을 보여줌을 확인하였다.

세라믹 필터 고유의 특성만을 가지고 기지국이나 중계기 장비의 내부에 장착되는 경우에 시스템 회로에서의 세라믹 필터는 입력전단과 출력후단의 증폭회로의 비선형성, 반사손실등에 의해 영향을 받을 가능성이 크다. 따라서 세라믹 필터 고유의 특성 즉 반사손실등이 아무리 좋아도 입/출력단의 증폭회로에 의하여 또 다른 반사손실등의 특성이 산출될 가능성이 크다. 이런 상태가 발생하면 세라믹 필터의 입/출력단에 또 다른 추가 매칭회로가 삽입되어야 하는 단점을 야기한다. 이러한 점을 어느 정도 극복하기 위해 입/출력 증폭회로에 의한 영향을 받지 않기 위하여 방향성이 있는 아이솔레이터를 장착함으로써 특성변화를 최소화 할 수 있는 장점이 있다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 Cellular와 DCS 대역에서 저지대역의 극복에 필요한 skirt특성과 통과대역의 평탄도를 동시에 만족하는 유전체 필터를 설계 및 제작 하였다. 제작한 유전체 필터의 리플, skirt attenuation 등은 우수한 특성을 보였다. 따라서, 중계기 및 파워앰프등에 장착시 필터의 평탄도 향상에 기여할 뿐만아니라, 인접대역에서의 주파수 간섭과 주파수 혼입을 방지하는 데 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 2009년도 원광대학교의 교비 지원에 의해서 수행되었습니다.

### 참고문헌

- [1] D. M. Pozar, Microwave Engineering, Third Edition, Wiley, N.Y., 2005.
- [2] S. Butterworth, "On the Theory of Filters Applications, "Wireless Eng. Vol 7, pp. 536-541, 1930.
- [3] R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, Second Edition, McGraw-Hill, N. Y., 1992
- [4] S. B. Cohn, "Microwave Bandpass Filters Containing High-Q Dielectric Resonators", IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. MTT-16. pp. 218-227, April 1968.
- [5] G. L. Matthaei, et al., Microwave Filters, Impedance-Matching Networks, and Coupling Structures, McGraw-Hill, New York, 1964.
- [6] 최우성, 박노준, "다양한 시간지연을 갖는 유전체 공진기 대역통과 필터의 구현", 한국해양정보통신학회 논문지, 제14권, 제11호, pp. 2397-2402, 2010.
- [7] H. Matsumoto, H. Ogura, and T. Nishikawa, "A miniaturized dielectric monoblock bandpass filter for 800 MHz band cordless telephone system", IEEE Int. Microwave Symp. Dig., pp. 249-252. 1994.
- [8] S. Kovayashi and K. Saito, "Aminiaturized ceramic bandpass filter for cordless phone", ibid, pp. 391-394, 1995.

### 저자소개

#### 최우성(U-Sung Choi)

한국해양정보통신학회 논문지  
제11권 8호 참조



#### 양성현 (Sung-Hyun Yang)

1983년 : 광운대학교 전기과 (공학사)  
1987년 : 광운대학교 대학원 전기과 (공학석사)

1992년 : 광운대학교 전기과(공학박사)  
1991~현재 : 광운대학교 전자공학과 교수  
1996년 8월~1998년 2월 : Boston Univ. (Research Scientist)  
2005년 7월~현재 :광운대학교 유비쿼터스홈네트워크 센터 센터장  
2007년 5월~2008년 4월 : 홈 네트워크 산업협회 홈네트워크 시장 활성화 분과 위원장  
※ 관심분야 : 홈 네트워크, M2M(Machine to Machine)