

RF필터 기술동향



조 경 준
(광운대 전자공학과 박사과정)

• 고영준

• 전부경

1. 서론

최근 이동통신용 단말기의 소형, 경량, 저전력화함에 따라 이들 소요부품도 소형, 경량, 저전력화형의 특성이 절실히 요구되고 있다. 이와 더불어 디지털화를 통한 통신의 고기능화로 부품의 수가 증가하는 대신에 거의 모든 부품들은 표면실장부품(SMD : Surface Mounted Device)화가 추진되어 실장밀도를 높이고 있는 실정이다.

특히 이동통신용 부품 중 필터와 같은 수동소자들에 대해서 그 소형화 요구가 더욱 강해지고 있다.

본 고에서는 현재 전 세계적으로 주로 사용되고 있는 이동통신용 RF passive filter중 Coaxial Resonator 필터와 DR(Dielectric Resonator) 필터에 대한 기술 동향에 대해 서술하고자 한다. 이러한 필터들은 형상이나 전기적 특성에 따라 이용 가능하며, 가공기술이나 가격측면에 대한 차이가 있는 것으로 볼 수 있다.

따라서 앞으로 IMT-2000과 같은 차세대 이동 통신 사업에 대비해 좀더 경쟁력이 있는 필터를 개발하기 위한 노력이 필요하며 그에 따른 세계적인 추세는 다음과 같이 몇 가지 사항으로 나타낼 수 있다.

- 1) 전기적 특성 향상 (특히 손실부분)
- 2) 소형 · 경량화

3) 가격 경쟁력 향상

첫 번째 전기적 특성 향상 부분에서는 필터 손실을 줄임으로써 시스템의 전체 잡음지수 감소와 전체 기지국 수를 줄일 수 있는 장점을 가질 수 있고, 두 번째 소형 · 경량화는 세계적으로 가장 두드러진 추세로 필터의 크기 축소나 가벼운 재질(플라스틱, 마그네슘 등) 선택과 같은 방법으로 개발되고 있다. 최근 위와 같은 장점을 갖춘 필터로 Dual-mode나 Trial-mode를 이용한 필터가 개발되어지고 있는 실정으로 이 필터의 가장 큰 장점으로 Dual-mode는 기존 필터의 단수를 두 배로, Trial-mode는 세배로 줄일 수 있고 이 필터는 주로 Ceramic 재질을 이용함으로써 Size 축소의 효과 또한 얻을 수 있다. 이러한 사항들을 만족시킬 수 있는 필터에 대해 Coaxial-Resonator 필터와 Ceramic-Resonator 필터 두 가지로 나타내었다.

2. 다양한 필터의 구조

2.1 Coaxial-Resonator Type Filter

그림 1은 현재 가장 많이 사용되고 있는 두 가지 종류의 공진기를 나타내고 있으며 이를 이용하는 필터들에 있어서 삽입 손실을 결정하는 요소는 도체의 표면 손실로 다음 식을 통해 알 수 있다.

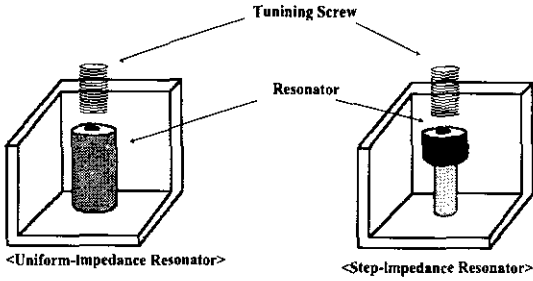


그림 1. 현재 주로 사용되고 있는 Coaxial Resonator의 형태

$$R = \frac{R_s}{2\pi} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \cdot l \quad (1)$$

식 (1)에서 R_s 는 도체의 표면 저항을 ($R_s = \sqrt{\omega\mu_0/2\sigma}$)을 나타내며 a, b, l은 공진기의 지름, cavity의 내경, 공진기의 길이를 각각 나타내고 있다. 따라서 공진 주파수를 같게 하고 공진기의 길이를 줄일 수 있다면 필터의 손실과 Cavity의 크기를 최소화할 수 있는 잇점을 갖게 된다. 따라서 필터의 손실을 개선시키고 더불어 소형화할 수 있는 방안은 그림 2와 같다.

기존의 필터와는 다르게 SIR 필터에 있어서 그림 2의 Capacitor-loaded type 필터는 Step Impedance의 비를 크게 하고 tuning plate를 사용함으로써 기존보다 약 30%정도 공진기의 길이와 cavity의 높이를 줄일 수 있어서 그만큼의 손실 향상 효과를 얻을 수 있다. 그림 2의 PD SIR 필터는 Step 공진기의 윗 부분을 임의의 유전율을 갖는 유전체로 채움으로써 공진기의 전체 인덕턴스 값을 증가시키는 효과를 얻을 수 있는데 유전체로 둘러 쌓인 부분에 대한 인덕턴스 값은 식 (2)와 같다.

$$\omega L = Z_0 \tan(\beta\sqrt{\epsilon_r}l) \quad (2)$$

위 식을 통하여 임의의 유전율 (ϵ_r)을 갖는 유전체 사용에

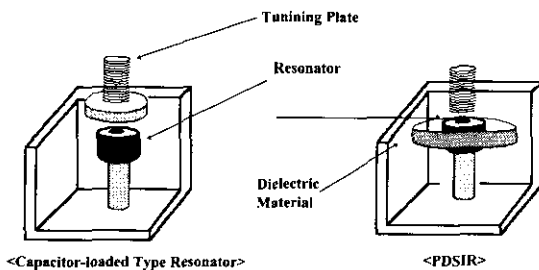


그림 2. coaxial 필터에서의 손실 향상과 소형화 방안 모델

의한 인덕턴스의 증가효과를 알 수 있고 그만큼 공진기의 길이를 줄일 수 있는데(약 50%이상 가능), 높은 유전율을 갖는 유전체를 사용할수록 공진기의 길이를 더 축소할 수 있다. 따라서 그에 따르는 손실 향상과 전체 필터의 소형화 효과를 얻을 수 있다.

2.2 DR (Dielectric Resonator) Filter

그림 3은 현재 가장 보편화된 DR 필터로 높은 전력이나 높은 Q값을 원하는 시스템에서 많이 쓰이고 있다. 그러나 이 필터는 제품들을 비교하여 볼 때 특성이나 형상에 특별한 차이가 없고 주파수에 따라 DR이 갖는 고유 공진 주파수와 크기가 결정되어 있기 때문에 필터 소형화가 어렵고 발생하는 여러 mode중 $TE_{01}\delta$ 를 주로 이용하고 있다.

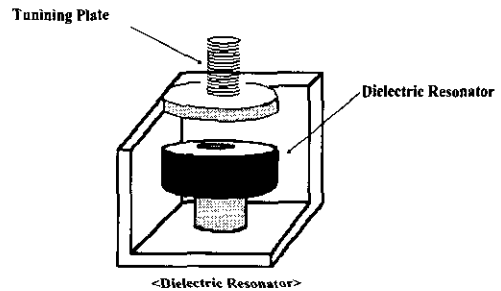


그림 3. $TE_{01}\delta$ 모드를 사용하는 DR 필터의 Resonator

2.3 개발되고 있는 필터 모델

위 그림 3과 같이 주로 사용되고 있는 필터에서 특성 향상과 소형화에 대한 문제점을 해결하기 위해 최근 개발되고 있는 필터에는 그림 4와 같이 Dual-mode나 Trial-mode 필터가 있다. 이 필터들은 기존의 하나의 mode로만 전송되는 필터들에 비해 두 개, 또는 세 개의 mode를 이용하여 전송시킴으로써 하나의 필터 단수를 가지고도 두 개, 세 개의 단수를 갖는 효과를 낼 수 있는 필터이다.

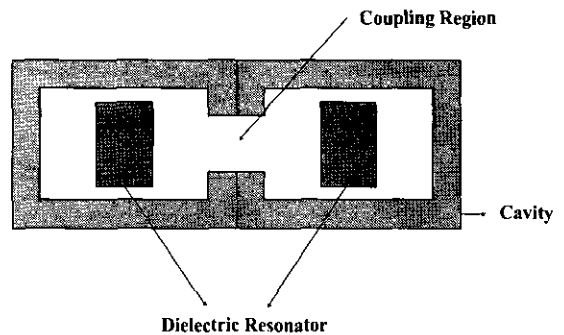


그림 4. Dual-mode와 Triple-mode를 사용하는 Filter의 형태

3. 결론

유전체 필터가 사용되는 부분을 크게 3분화하면 다음과 같다. 하나는 시스템의 안테나로 사용하는 것으로 수신기능의 향상을 목적으로 하기 때문에 저삽입손실의 요구가 많고, 이 필터는 사양주파수의 2배, 3배 고주파에 대해서 스퍼리어스 대책을 위한 저역통과필터 특성이 필요하게 된다. 또 다른 용도는 회로간에 사용되는 단과 단 사이의 필터로서 이 경우 고주파 대책이나 삽입손실의 요구가 적은 대신 보다 높은 감쇄 특성(선택도)이 중요시되고 있다. 유전체 필터의 또 하나의 용도로는 안테나 공용기가 있으며 특히나 이 부분은 휴대용 단말기를 중심으로 정보통신 산업 시장이 급속하게 확대하고 있어 소형화 및 저가격화 요구가 가장 강하다.

최근 안테나 스위치를 사용하여 공용기를 사용하지 않는 기종도 개발되어 있기 때문에 안테나 공용기도 앞으로의 소형화, 고성능화가 불가결할 것이다. 유전체 필터는 이동통신용 단말기의 듀플렉서나 RF 필터에 필수적으로 사용되어 왔었으나 최근 SAW 필터나 유전체 적층형 필터의 등장으로 RF 처리부에서는 이들 부품으로 대체되고 있는 실정이다. 따라서 유전체 필터의 경우 SAW 필터나 칩층형필터와 같은 SMD 형태의 초소형으로 되려면 새로운 구조의 필터 연구가 이루어져야하며, 기저국용 등의 부피가 크고 대전력을 요구하는 통신용 부품으로 그 용도를 모색하여야 할 것으로 보인다. 국내의 경우 이동통신용 부품은 현재 거의 수입에 의존하고 있으며, 일부 업체에서 유전체 필터를 개발하고 있으나 독자적인 모델의 설계기술을 확보하고 있지 않은 실정이다. 따라서 현재와 같은 수입 대체형 연구개발을 진행하면서 시스템 발전 추이를 장기적으로 예측하여 원천기술개발에 더욱 치중하여야 할 것이다.

서사의력

성명 : 조 경 준

1998~2000 광운대 전파공학과 석사
2000~현재 광운대 전파공학과 박사 과정

성명 : 고 영 준

1993~1997 광운대 전파공학과 학사
1997~1999 광운대 전파공학과 석사
1999~현재 ACE Tech. 근무

성명 : 전 부 경

1994~1998 외대 전자공학과 학사
1998~2000 광운대 전파공학과 석사
2000~현재 ACE Tech. 근무