

소형 이중 대역 슬롯 안테나 설계

여준호, 박진택*, 이종익**

대구대학교, *창신대학교, **동서대학교

Design of Compact Dual-band Slot Antenna

Junho Yeo, Jin-Taek Park*, and Jong-Ig Lee**

Daegu University, *Changshin University, **Dongseo University

E-mail : jyeo@daegu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 분할 링 공진기(SRR; split-ring resonator)를 이용한 소형 이중 대역 슬롯 안테나에 대한 설계 방법을 연구하였다. 제안된 슬롯 안테나는 이중 대역 동작을 위해 SRR 도체를 직사각형 슬롯 내에 장착되었다. SRR 도체와 슬롯 사이의 간격, SRR 도체의 폭의 변화에 따른 입력 반사계수와 이득 특성을 분석하여 최종 설계 변수를 도출하였다. 2.45 GHz WLAN 대역과 3.40–5.35 GHz 대역에서 동작하는 이중 대역 슬롯 안테나를 FR4 기판 상에 30 mm × 30 mm 크기로 설계하였다.

ABSTRACT

In this paper, a design method for a dual-band compact slot antenna using SRR(split-ring resonator) conductor is studied. The SRR conductor is loaded inside of a rectangular slot of the proposed antenna for dual-band operation. Final design parameters are obtained by analyzing the effects of the gap between the SRR conductor and slot, and the width of the SRR conductor on the input reflection coefficient and gain characteristics. A prototype of the proposed dual-band slot antenna operating at 2.45 GHz WLAN band and 3.40–5.35 GHz band is designed on an FR4 substrate with a dimension of 30 mm by 30 mm.

키워드

multiple directors, gain enhancement, series-fed dipole pair antenna

1. 서 론

무선 통신 기술과 서비스가 발전함에 따라, 다양한 무선 통신 서비스를 하나의 휴대용 무선 통신 단말기로 통합하여 사용하고자 하는 요구가 증가하고 있다. 이를 위해서는 여러 주파수 대역의 신호를 하나의 안테나로 송수신할 수 있는 다중 대역 안테나 기술이 요구되고 있다[1]. 또한 개인 휴대 단말기의 소형화 및 집적화에 따라 평면형 안테나 역시 소형, 경량, 다기능 등이 요구되고 있다.

평면 인쇄형 안테나 중에서 모노폴과 다이폴 구조와 함께 다이폴과 쌍대적 구조를 가진 슬롯 안테나도 광대역 특성, 소형 구조 및 다른 장치와의 집적 용이성 등의 장점으로 많이 사용되고 있다[2]. 평면 슬롯 안테나는 유전체 기판의 한쪽 면에 있는 얇은 도체 면에 슬롯을 에칭 등의 방법을 이용하여 삽입하고 이 슬롯이 공진을 일으키도록 한다.

슬롯 안테나의 다중 대역 동작을 위해서 모노폴 형태의 슬롯(monopole slot)을 도체에 에칭하는 방법, 얇은 슬롯(narrow slot)을 접지면에 삽입하는 방법, 슬롯의 특정 면에 스티브 도체(stub conductor)를 추가하는 방법들이 사용되었다[3–4].

본 논문에서는 SRR 도체를 이용한 소형 이중 대역 슬롯 안테나에 대한 설계 방법을 연구하였다. 이중 대역 동작을 위해 사각형 모양의 SRR 도체를 슬롯 내에 삽입하였다. SRR 도체의 삽입으로 인해 슬롯의 접지면과 SRR 도체로 만들어지는 직사각형 루프 영역과 SRR 도체 내부의 직사각형 슬롯 영역으로 나누어지게 된다. 최적의 설계 변수를 도출하기 위하여, SRR 도체와 슬롯 사이의 간격, SRR 도체의 폭의 변화에 따른 입력 반사계수 특성을 분석하였다.

II. 안테나 구조 및 설계

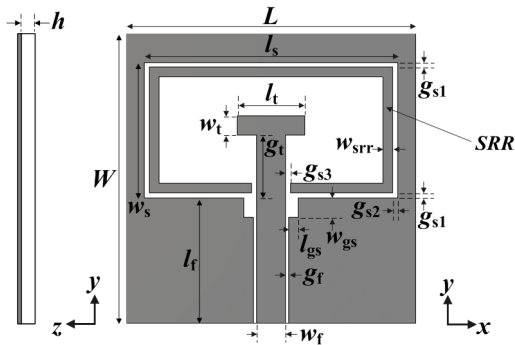
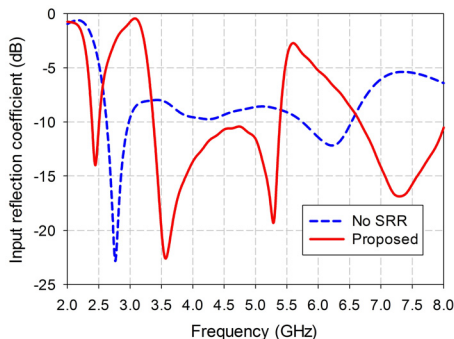


그림 1. 안테나구조

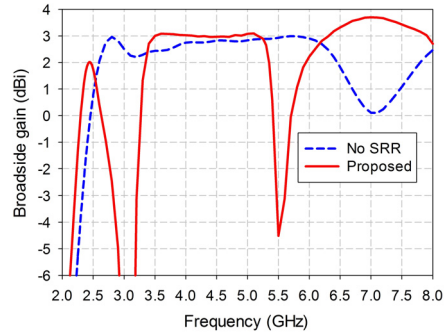
제안된 이중 대역 슬롯 안테나의 구조가 그림 1에 나타나 있다. 제안된 슬롯 안테나는 사각형 슬롯, CPW 급전 선로, T형 스텐브, SRR 도체로 구성되어 있다. 또한, 두 번째 대역의 임피던스 정합을 위해 CPW 급전 선로 끝 부분의 접지면에 슬롯이 추가되었다. 기판의 한 면에 CPW 선로, T형 스텐브, 사각형 슬롯, SRR 도체가 인쇄되어 있다. SRR 도체는 사각형 슬롯의 중심으로 대칭되게 삽입되어 있다.

안테나의 길이와 폭은 L 과 W 이고, 유전율이 4.4이고 두께 (h)가 0.8 mm인 FR4 기판을 사용하였다. 사각형 슬롯의 길이는 l_s 이고 폭은 w_s 이다. CPW 급전선의 신호선의 폭은 w_f 이고 신호선과 접지면 사이의 간격은 g_f 이며, 입력 임피던스 50 Ω 과 정합되도록 설계하였다. CPW 급전선의 길이는 l_f 이다. T형 스텐브는 안테나 중심에 사각형 슬롯의 아래쪽 면으로부터 g 만큼 떨어져 있고 폭은 w_t 이고 길이는 l_t 이다. SRR 도체와 사각형 슬롯의 윗면과 아랫면 사이의 간격은 g_{s1} 이고, SRR 도체와 사각형 슬롯의 옆면 사이의 간격은 g_{s2} 이다. SRR 도체의 끝부분과 CPW 급전선의 내부 도체 사이의 간격은 g_{s3} 이고, SRR 도체의 폭은 w_{srr} 이다. CPW 급전 선로 끝 부분의 접지면에 추가된 슬롯의 길이와 폭은 각각 l_{gs} 와 w_{gs} 이다.

그림 2는 제안된 소형 이중 대역 슬롯 안테나의 반사계수와 이득 특성을 SRR 도체가 없는 경우와 비교하였다.



(a)



(b)

그림 2. 입력 반사계수 및 이득 비교

SRR 도체가 없는 경우, 임피던스 정합이 좋지 않은 대역이 있어 전압정재파비(VSWR; voltage standing wave ratio)가 2 이하인 주파수 대역은 2.62–3.00 GHz, 3.98–4.42 GHz, 5.64–6.57 GHz 이다. 그러나 $VSWR < 2.33$ 인 주파수 대역으로 보면 2.59–6.72 GHz로 하나의 넓은 주파수 대역을 가진다. 대역 내에서 이득은 1.0–3.0 dBi이다. 이득은 broadside 방향인 $+z$ 축 방향에서 계산되었다.

SRR 도체와 접지면 슬롯을 가진 제안된 이중 대역 슬롯 안테나는 $VSWR < 2$ 인 주파수 대역이 2.39–2.51 GHz와 3.36–5.40 GHz으로 원하는 주파수 대역에서 동작한다. 첫 번째 대역 내에서 이득은 1.6–2.3 dBi이고, 두 번째 대역 내에서는 0.6–3.1 dBi이다. SRR 도체의 삽입으로 직사각형 루프 영역이 만들어지고 이를 통해 원래 주파수 보다 낮은 주파수에서 공진이 발생함을 알 수 있다. 또한, 원래 주파수 대역은 높은 주파수로 이동함을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] R. Waterhouse, *Printed Antennas for Wireless Communications*. Chichester, U.K.: Wiley, 2007.
- [2] R. Garg, et. al., *Microstrip antenna design handbook*. Boston, Artech House, 2001.
- [3] K. L. Wong and L. C. Lee, "Multiband printed monopole slot antenna for WWAN operation in the laptop computer," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 57, no. 2, pp. 324–330, Feb. 2009.
- [4] M. J. Chiang, S. Wang, and C. C. Hsu, "Compact multifrequency slot antenna design incorporating embedded arc-strip," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 11, pp. 834–837, Jul. 2012.