

UWB 대역 소형 대수-주기 반-보우타이 다이폴 배열 안테나 설계

여준호, 이종익*

대구대학교, *동서대학교

Design of Compact Log-Periodic Half-Bow-tie Dipole Array Antenna for UWB Band

Junho Yeo and Jong-Ig Lee*

Daegu University, *Dongseo University

E-mail : jyeo@daegu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 UWB 대역에서 동작하는 소형 대수-주기 반-보우타이 다이폴 배열 안테나에 대한 설계 방법에 대하여 연구하였다. 제안된 안테나는 일반적인 대수-주기 다이폴 배열 안테나에서 사용되는 스트립 형태의 다이폴 소자 대신에 반-보우타이 형태의 다이폴 소자를 사용하고 소자간의 간격을 줄여 소형화하였다. 반-보우타이 다이폴 소자의 벌어지는 각도와 소자 사이의 간격에 따른 입력 반사계수와 이득 특성을 분석하였다. 최적화된 안테나를 FR4 기판에 설계하였고, 전압 정재파비 (VSWR; voltage standing wave) < 2인 대역이 3.05–13.96 GHz으로 UWB 대역에서 동작하는 것을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, a design method for a compact log-periodic half-bow-tie dipole array antenna for an operation in UWB band is studied. The proposed antenna is miniaturized by using half-bow-tie shaped dipole elements instead of strip-type dipole elements, which are commonly used in general log-periodic dipole array antenna, and by reducing the element spacing. The effects of the flare angle of the half-bow-tie elements and the element spacing on input reflection coefficient and realized gain characteristics of the proposed log-periodic antenna are analyzed. The optimized antenna is designed on FR4 substrate, and it operates in the frequency band of 3.05–13.96 GHz for a VSWR < 2, which assures the operation in the UWB band.

키워드

log periodic antenna, half-bow-tie element, UWB, wideband antenna

1. 서 론

UWB(ultra wideband) 통신 기술은 3.1~10.6 GHz 대역에서 100 Mbps 이상의 전송 속도를 가지는 저전력 근거리 무선 통신이며, 무선 통신, 위치 추적 및 레이더 시스템 등의 분야에서 활발하게 연구되고 있다. 이러한 UWB 통신을 위해서는 UWB 주파수 대역(3.1–10.6 GHz)의 신호를 송·수신할 수 있는 광대역 안테나가 반드시 필요하며, UWB 통신 기술에 적합한 광대역 안테나에 대한 많은 연구 개발이 이루어지고 있다[1].

UWB 통신시스템의 대역폭을 만족하는 광대역 특성을 갖는 안테나로는 모노폴(monopole), 다이폴(dipole), 루프(loop), 바이코니컬(biconical), 혼(horn), 스파이럴(spiral) 안테나 등이 있다. 이 중에서 소형 UWB 안테나를 위해서는 모노폴, 다이폴 및 루프 안테나가 사용되며, 고이득 지향성 UWB 안테나를 위해서는 혼 안테나, 스파이럴 안테나, 대수-주기 다이폴 배열 안테나가 사용된다 [1–2]. 대수-주기 다이폴 배열 안테나의 경우, 폭이 다른 스트립 다이폴 소자와 기판의 양쪽에 적용된 동축케이블을 이용하여 4.25–13.25 GHz 대

역에서 phase center와 복사 패턴이 개선된 안테나가 제안되었다[3].

본 논문에서는 UWB 대역에서 동작하는 소형 대수-주기 반-보우타이 다이폴 배열 안테나에 대한 설계 방법에 대하여 연구하였다. 제안된 안테나는 일반적인 대수-주기 다이폴 배열 안테나에서 사용되는 스트립 형태의 다이폴 소자 대신에 반-보우타이 형태의 다이폴 소자를 사용하였다. 반-보우타이 다이폴 소자의 벌어지는 각도와 소자 사이의 간격에 따른 입력 반사계수와 이득 특성을 분석하여 길이와 폭을 소형화하도록 설계하였다.

II. 안테나 구조 및 설계

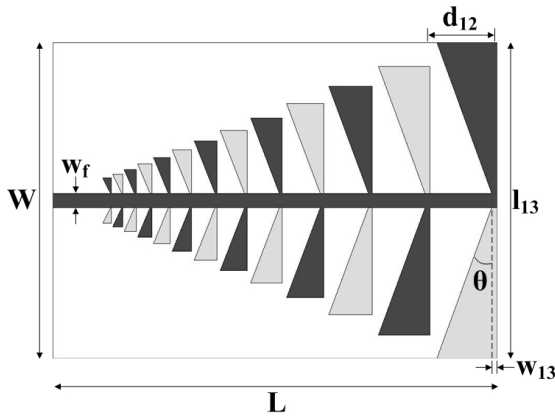


그림 1. 안테나구조

그림 1은 제안된 UWB 대역 소형 대수-주기 반-보우타이 다이폴 배열 안테나의 구조이다. 다이폴 소자의 수는 UWB 대역을 고려하여 13개로 정하였고, 인접한 다이폴 간의 상호 결합을 줄이기 위해 다이폴의 두 팔은 평행 스트립(parallel strip) 선로의 양면에 하나씩 위치한다. 그림 1에서 짙은 색으로 표시된 전송선로와 다이폴의 팔은 기판의 위쪽 면에 위치하고, 옅은 색으로 표시된 것은 아랫 면에 위치한다. 제일 긴 다이폴의 길이와 폭은 l_{13} 과 w_{13} 이고 확장계수와 간격계수에 따라 줄어든다[4]. 최적화된 확장계수와 간격계수는 0.85와 0.106이다. 반-보우타이 다이폴 소자의 벌어지는 각도는 θ 이며, 최적화된 각도는 20도이다. 간격계수와 반-보우타이 다이폴 소자의 벌어지는 각도는 입력 반사계수, 이득, 안테나 크기 등을 고려하여 최적화하였다. 안테나는 FR4 기판(비유전율 = 4.4, 두께 = 0.8 mm, loss tangent = 0.025)에 설계하였다.

최종 설계된 안테나의 가장 긴 다이폴 소자의 길이는 반-보우타이 다이폴을 사용하여 소형화되어 $l_{13} = W = 30$ mm이고, 전체 안테나의 길이는 $L = 46.4$ mm이다. 전송선로의 폭은 $w_f = 1.5$ mm이다.

최종 설계된 안테나의 입력 반사계수와 이득 특성이 그림 2와 3에 나타나 있다. 그림 2에 나타나 있듯이 3.84 GHz 대역을 제외하고 $VSWR < 2$ 인 대역이 3.05–13.96 GHz으로 UWB 대역에서 동작하는 것을 확인할 수 있다. UWB 대역 내에서 이득은 4.7–6.1 dBi이다.

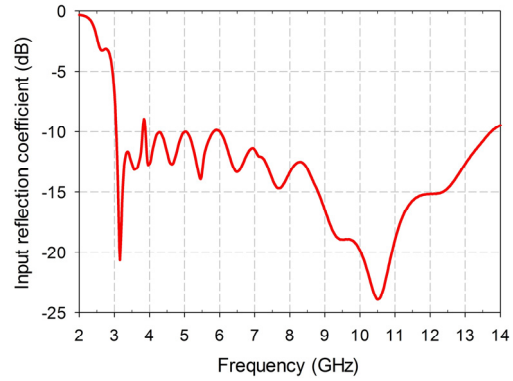


그림 2. 제안된 안테나의 입력 반사계수

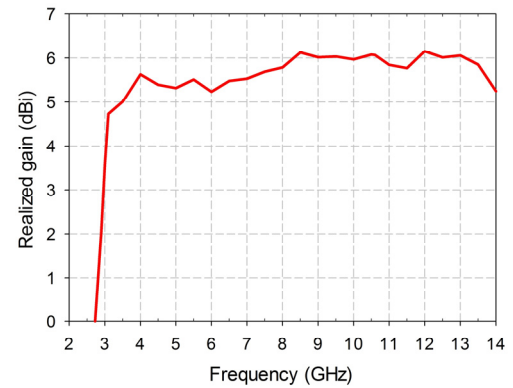


그림 3. 제안된 안테나의 이득 특성

참고문헌

- [1] Hans Schantz, *The art and science of ultrawideband antennas*, Artech House, 2005.
- [2] C. A. Balanis, *Antenna theory - analysis and design*, 3rd ed., Wiley-Interscience, 2005.
- [3] G. A. Casula, P. Maxia, G. Mazzarella and G. Montisci, "Design of a printed log-periodic dipole array for ultra-wideband applications," *Prog. Electromagn. Res. C*, vol. 38, pp. 15–26, 2013.
- [4] R. L. Carrel, "The design of log periodic dipole antenna," *Proc. IRE Int. Convention Rec.*, pt. 1, pp. 61–75, 1961.