

# Ku 대역 선형 능동 위상 배열 안테나 설계 및 제작

류성욱\*, 엄순영\*, 김 남\*\*

\* 한국전자통신연구원, \*\* 충북대학교 정보통신공학과

## Ku band Linear Active phased Array Antenna Design and Fabrication

Sungwook Ryu\*, Soonyoung Eom\*, Nam Kim\*\*

\* Electronics and Telecommunications Research Institute

\*\* Information Communication Engineering Department

Chungbuk National University

E-mail : E-mail : \*suryu@etri.re.kr, \*\*namkim@chungbuk.ac.kr

### Abstract

In this paper, the antenna the with linear active phased array of 1x16 operated in DBS band was designed. The antenna was composed of sixteen radiating elements, sixteen active channels and five Wilkinson power combiners with 4-channel inputs, a digital control board and a stabilizing DC bias board. The radiating element of the array has the structure of a microstrip stack patch with a left-hand circular polarization. And, each active channel consists of a low noise amplifier, a 3-bit digital phase shifter and a variable analog attenuator. The breadboard of linear active phased array antenna was also fabricated to test the electrical performances. The radiation patterns of the antenna were measured after correcting initial phases of each active channel in aechoic chamber. And also, the beam scanning characteristics of 10°, 20°, 30° were measured.

### I. 서론

현대의 정보화 시대에는 이동하면서 고속의 이동 위성 멀티미디어 서비스 및 방송 서비스를 요구하고 있다. 안테나를 차량, 기차, 선박 그리고 항공기와 같이 이동체에 탑재하여 고속의 이동 위성 통신 및 방송 서비스를 제공하기 위해서는 안테나가 실시간, 저 손실로 위성을 추적하여야 한다[1, 2].

본 논문은 무궁화 3 호 위성에서 서비스하고 있는 방송 신호를 고속 이동 중에도 위성을 고속으로 추적할 수 있는 선형 능동 위상 배열 안테나(표 1)의 설계 및 제작에 관한 것이다.

표 1. 안테나의 주요 전기적 규격

항 목	규 격
RF 입력 주파수 대역	11.7~12.0 GHz
안테나 이득	21 dBi 이상
편파	좌현편파(LHCP)
전자 빔 스캔 범위 (@ 3 dB 빔스캔)	최대 ±30°
출력 반사 손실	14 dB 이상
출력 임피던스	50 Ω
안테나 구조	선형 배열 구조

### II. 본론

방사 소자는 동작 대역폭을 고려하여 그림 1 과 같은 마이크로스트립 스택 구조를 선택하여 설계되었다[3].

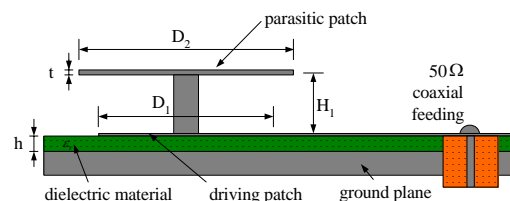


그림 1. 마이크로스트립 스택 방사소자 구조 (D<sub>1</sub>=9.6 mm, D<sub>2</sub>=11.0 mm, H<sub>1</sub>=2.0 mm, h=0.508 mm, t=0.3 mm, ε<sub>r</sub>=2.17)

능동 및 수동 소자의 중심부에는 전류는 최대, 전압은 최소가 되는 단락점(short point)이므로 동작 주파수 대역내에서는 방사 패턴을 포함한 전기적인 특성에는 거의 영향을 주지 않는다. 또한, 좌현 편파를 형성하기 위해 90° 브랜치라인 하이브리드 결합기 소자를 사용하였다.

### III. 능동부 설계 및 구현

능동 채널부는 2-단의 저잡음 증폭기, 진폭 제어용 아날로그 신호 감쇄기, 3비트 디지털 위상 천이기, 임피던스 정합용 신호 감쇄기, 1-단의 고이득 증폭기 그리고 4-1 way 전력 결합기로 구성하였다.



그림 2. 제작된 배열 안테나 시제품 사진

저잡음 증폭기 소자로는 NEC사의 초저잡음 HJ-FET 소자 NE3210S01을 사용하였으며[4], 진폭 제어용 아날로그 신호 감쇄기는 두 개의 90° 브랜치라인 하이브리드 결합기 소자와 두개의 고주파용 빔 리드 핀 다이오드(Alpha사 DSG6405)를 사용하여 구현하였다. 3비트 디지털 위상 천이기는 90° 브랜치라인 하이브리드 결합기 소자를 기본 소자로하는 반사형 위상 천이기 구조로서, 회로 크기를 줄이기 위해 내부 임피던스 시스템을 100 Ω 으로 설계하였으며, 입출력단에 70.7 Ω 의  $\lambda_g/4$  임피던스 변환기를 삽입하여 정합하였다[5, 6].

### IV. 결론

본 논문은 방사 패턴 특성을 알기 위하여, 능동 채널 내 3 비트 위상 천이기들을 각각 위상 제어하여 측정된 방사 패턴은 그림 3 에 보여진다. 빔 스캔각에서의 최대 안테나 이득(레벨)과의 차이로서, 각각 빔 스캔 손실이 1.1 dB, 2.5 dB, 3.6 dB 이하임을 알 수 있었다. 그리고, 빔 스캔시 이론적으로 그레이팅 로브(사이드 로브의 일종)

가 발생하는 위치는  $\theta_{gr} = \sin^{-1}(\lambda_0/d_x - \theta_s)$ 에 의해 주어지며, 68.0°, 49.4°, 36.9° 에 위치한다.

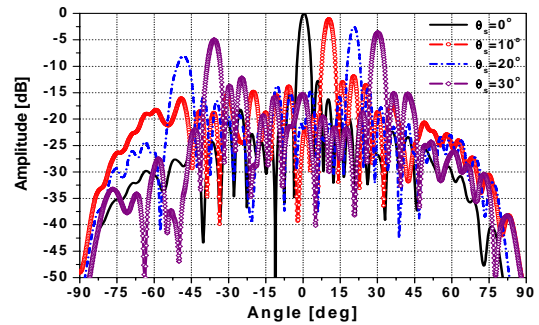


그림 3. 10°, 20°, 30° 빔 스캔시의 측정된 방사 패턴

그림 3 의 측정 결과로부터 그레이팅 로브의 위치는 10° 에서의 그레이팅 로브의 위치는 구분되지 않아 알 수 없으며, 20°, 30° 그레이팅 로브의 위치는 각각 48.2°, 35.8° 이며, 그것의 측정 레벨은 각각 -7.9 dBc, -4.9 dBc 임을 알 수 있다. 이것은 단위 방사 소자의 빔 스캔각에서의 포락선 레벨과 직접 관련이 있으므로, 빔 스캔을 크게 할수록 스캔 손실은 커지며, 사이드 로브 특성은 올라감을 알 수 있다.

향후에 요구 규격에 따라 선형 배열 안테나는 이차원 배열 안테나로 용이하게 확장도 가능하다.

### 참고문헌

- [1] S.I. Jeon, et al., "Active Phased Array Antenna for the Vehicular DBS System of Ku-band", XXVII Moscow ICATT IEEE AP-S, pp.253-256, Sept. 1998.
- [2] S.Y. Eom, et al., "Active Channel Blocks of Active Phased Array Antenna for the Vehicular DBS System of Ku-band", XXVII Moscow ICATT IEEE AP-S, pp.257-260, Sept. 1998.
- [3] G. Kumar, K. P. Ray, "Broadband Microstrip Antennas", Artech House, 2003.
- [4] G. Gonzalez, "MICROWAVE TRANSISTOR AMPLIFIERS : Analysis and Design", 2nd Edition, 1997.
- [5] S.K. Koul, and B. Bhat, "Microwave and Millimeter Wave Phase Shifters", Artech House, Norwood, 1991.
- [6] S.Y. Eom, "X-band Compact Digital Phase Shifter Design", The Korea Electromagnetic Engineering Society, vol.13, no.7, pp.907-915, Oct. 2002.