Ku-Band용 위성 배열 안테나 설계 및 제작

The Design and Fabrication of Satellite Array Antenna for Ku-Band

이 한 영*
(Han-Young Lee)

Abstract - In this paper, a satellite array antenna operates at 12.2GHz ~ 12.75GHz was designed and fabricated. The lowest height and high gain electrical beam tilt was obtained by applying backed slot and sub-reflector widening the distance between the patch and the GND. The simulation and measurement showed good agreements, the electrical beam tilt was 10°, the gain was 26.5dBi, the VSWR was less than 3:1 and the return loss was less than -15dB.

Key Words : Array antenna, Sub-reflector, Satellite, Patch, Electrical beam tilt

1. 서 론

오늘날 Ku-Band의 위성신호는 대기중에 감쇄 및 산란에 대비하여 원평 편파를 사용하고 있으며, 방송 신호 또한 원평 편파를 사용한다. 능동형 안테나는 안테나의 형태를 기준으로 접시 안테나(Parabolic antenna)와 평판 안테나로 나누어지며, 접시 안테나는 위성에서 송출된 무선 신호가 포물면인 반사판에 반사되어 초점이 모이도록 설계된다. 평판 안테나는 위성에서 송출된 무선 신호가 PCB상에 존재하는 다수의 안테나 소자를 통해서 한 점으로 모이도록 설계되어 있다[1],[2],[3]. 일반적으로 접시 안테나는 안테나의 효율이 대체로 반사면 면적에 비례하고 소정의 수신감도를 얻고자 하는 경우 부피와 무게 등의 구조적인 한계점이 있어 차량이나 선박 등의 이동체에 탑재가 용이하지 않은 문제점이 있다[4]. 기존의 평판 안테나는 일반적으로 안테나 면에 대해 빔이 수직방향으로 지향하므로 소정의 수신감도를 유지하기 위해서는 소정 각도만큼 기울여서 설치되어야 하기 때문에 높이가 높아지는 문제점이 있다[5]. 우리나라의 경우 적도상공 36,000 Km에 위치하고 있는 무궁화 3호 위성을 이용한 위성 방송을 시청하기 위해서는 안테나가 수평 기준 45도 정도 기울여져야 한다[6],[7].

본 논문에서는 안테나의 전기적 빔틸트(Electrical beam tilt)를 적용함으로써 안테나의 높이를 낮추고 고 이득 구현을 위해 부 반사판을 적용한 Ku-Band용 위성 배열 안테나를 설계 및 제작하였다.

2. 위성 배열 안테나 설계

주파수 12.2GHz ~ 12.75GHz 대역에서 동작하는 Ku-Band용 위성 배열 안테나를 설계하였다. 안테나의 높이를 낮추고

고 이득 구현을 위해서 기존 배열 안테나에 파라볼라 안테나의 반사판과 디바이더라인을 제외한 패치안테나와 GND의 간격을 넓혀주기 위해 GND에 백 슬롯을 적용하였다. 안테나 사이즈는 340mm X 68mm이며, 배열은 6 X 8 형태를 가진다. 위성 배열 안테나 구조는 그림 1과 같으며, 설계 사양은 표 1에 나타내었다. 안테나를 설계하기 위해서는 실제 제작하기 이전에 안테나 설계 및 성능 검증을 시뮬레이션 툴을 이용해서 할 수 있다. 본 설계는 안테나 구조 해석 툴인 안시스사 3차원 시뮬레이션 툴인 HFSS v12와 CST2010을 이용하여 설계 및 검증 하였다.

그림 1 위성 배열 안테나 구조

Fig. 1 Structure of satellite array antenna

표 1 안테나 설계 사양

Table 1 Design specifications of antenna

특성	규격
주파수대역	12.2GHz ~ 12.75GHz
편파 및 스큐	H, 60도
빔 틸트 각도	10도
이득	25 dBi

그림 2는 빔틸트 배열 안테나의 3D모델링 빔 패턴이며, 안테나 해석을 통해 정확한 데이터를 얻을 수 있다. 그림 3은 주파수 12.2GHz ~ 12.75GHz까지의 안테나의 패턴 및 이득을 나타낸다. 안테나의 설계목표 대로 목표이득 25dBi를 달성하였으며, 전기적 빔틸트 10도의 결과를 만족하였다.

* 정 회 원 : 대림대학교 방송음향영상과

E-mail : hylee@daelim.ac.kr

접수일자 : 2012년 9월 18일

최종완료 : 2012년 10월 29일

그림 2 빔틸트 배열 안테나의 3D모델링 빔 패턴
Fig. 2 3D modeling beam pattern of beam tilt array antenna

(a) 12.2GHz

(b) 12.3GHz

(c) 12.4GHz

(d) 12.5GHz

(e) 12.6GHz

(f) 12.7GHz

그림 3 안테나의 패턴 및 이득
Fig. 3 Pattern and gain of the antenna

그림 4 안테나의 S11
Fig. 4 S11 of the antenna

그림 4는 주파수에 따른 S11를 나타내며, 기준 안테나와 제한한 안테나의 해석된 결과를 표 2로 나타내었다. 안테나의 빔틸트가 적용됨에 따라 안테나의 이득은 1dBi 가까이 낮아지게 되며, 손실된 안테나의 이득보상을 위해 부 반사판 및 기생패치를 적용하였다. 결과는 기준 안테나와 동일한 결과를 보였다.

표 2 HFSS로 시뮬레이션한 해석결과 데이터

Table 2 Data of HFSS simulation analysis results

안테나 명	틸트	주파수(GHz)						S11 [dB]	평균 이득
		12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7		
기준 안테나	0도	25.3	25.9	26.2	25.9	25.1	24.2	-8.4 ~ 28	25.4
제한한 안테나	10도	25	25.4	25.4	25.4	25.5	25.4	-8.8 ~ 21.2	25.3

3. 제작 및 측정 결과

본 절에서는 지금까지 설계된 위성 배열 안테나를 제작하고 실험을 통하여 검증 하였다. 그림 5는 실제 제작된 안테나 사진이며, PCB제작에 사용된 기판은 테프론이고 기판 두께는 0.5mm이다. 안테나 사이즈는 340mm X 68mm이며, 유전률은 2.17, 플레이트는 알루미늄을 사용하였다. LNB(Low Noise Block Down Converter)는 안테나 중심부 하단에 설치하였다.

그림 5 제작된 안테나 사진
Fig. 5 Photograph of fabricated antenna

실제 제작된 안테나는 무반사실에서 안테나의 성능검증이 이루어져야 하며, 정확한 안테나를 측정하기 위해서 안테나의 스루와 얼라인먼트를 정렬하여 측정하여야 한다. 제작된 안테나를 무반사 챔버에서 측정한 그림 6과 같다.

그림 6 무 반사 챔버에서의 안테나 측정
Fig. 6 Antenna measurements in a non-reflective chamber

제작된 LNB를 장착하여 안테나의 이득을 측정한 결과는 그림 7과 같으며, 시뮬레이션과 동일하게 전기적 빔틸트 10° 를 가지며, 안테나 이득은 26.5dBi로 우수한 결과를 얻었다.

그림 7 안테나 이득측정 결과

Fig. 7 Result of antenna gain measurement

그림 8은 안테나의 성능을 판단하는 항목으로 Return Loss[S11], 즉 안테나의 반사 손실 측정치를 나타낸다. 측정된 데이터는 주파수 12.2GHz ~ 12.75GHz 대역에서 안테나의 VSWR 3:1 이하를 나타내고 있으며, 반사손실 -15dB이하 손실이 낮음을 확인할 수 있다.

그림 8 안테나 S11 측정결과

Fig. 8 Result of antenna S11 measurement

5. 결 론

본 논문에서 주파수 12.2GHz ~ 12.75GHz 대역에서 동작하는 위성 배열 안테나를 설계 및 제작 하였다. 전기적 빔틸트를 적용하여 가장 낮은 높이와 고 이득 구현을 위해 패치와 GND 사이에 거리를 넓혀 백 슬롯과 부 반사판을 적용하였다. 그 결과 시뮬레이션과 동일하게 전기적 빔틸트 10° 를 가지며, 안테나 이득은 26.5dBi로 만족한 결과를 얻었다.

안테나의 VSWR 3 : 1 이하를 나타내며, 반사손실 -15dB이하 손실이 낮음을 확인할 수 있다. 따라서 위성통신 및 차량용 위성안테나에 적용할 경우 성능 향상 및 제작비용 절감 등의 효과를 동시에 얻을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Jiro Hirokawa, et al., "A Single-Layer Slot-ted Leaky Waveguide Array Antenna for Mobile Reception of Direct Broadcast form Satellite", IEEE Trans. on Vehicula Technology, vol. VT-44, no. 4, pp.749~745, Nov. 1995.
- [2] N. Ando, K. Sakurai, N. Goto, K. Arimura and Y. Ito, "A radial line slot antenna for 12 GHz satellite TV reception", IEEE Trans, AP-33, Vol. 12, pp. 1347 ~1353, Dec. 1985.
- [3] T. Nakayama, T. Yamada, S. Kado, M. Ohta and H. Ishizaka, "Development of flat antenna for communi-cation satellites", Proceeding of the 1995 IEICE general conference, B-71, March 1995.
- [4] T. Matsuzaki and H. Arai, "Dual polarized array antenna built in wall tile for CS-TV reception", APMC, Vol. 3, pp. 728~731, Singapore, Dec. 1999.
- [5] 류정기, 임인성, 이덕재, 민경일, 오승엽, "위성통신용 Ka-Band 마이크로스트립 배열안테나의 설계", 한국전자과학회논문지, 제 10권 제 1호, 1999년 2월.
- [6] A. A. Eldek, A. Z. Elsherbeni, "Modified Printed bow-tie Antenna for C and X bands wide-band phased array systems", IEEE Trans, Antennas and Propagation, vol. 2B, pp. 429~432, Jul. 2005.
- [7] 정영배, 엄순영, "새로운 빔 조향 방식을 갖는 반사판 기반의 이동형 위성 통신 안테나", 한국전자과학회논문지, 제 20권 제 10호, 2009년 9월.

저 자 소 개

이 한 영 (李 宸 瑩)

1971년 9월 18일생. 1998년 세종대 물리학과 졸업(이학사), 2002년 국민대 전자공학과 졸업(공학 석사), 2005년 건국대 전자정보통신 졸업(공학 박사), 1999년 ~ 현재 대림대학교 학과행정기사

Tel : 031-467-4518

Fax : 031-467-4519

E-mail : hylee@dealim.ac.kr