

DBS 수신용 적층된 마이크로스트립 안테나 설계

Design of Stacked Microstrip Antenna for DBS Reception

전주성* · 이윤현**

Ju-Sung Jun* · Yun-Hun Lee**

요 약

본 논문은 파라볼릭 안테나를 대체할 수 있는 마이크로스트립 안테나 설계에 관한 연구이다. 마이크로스트립 안테나는 극히 제한적인 분야에서 사용되었으나 DBS수신용 안테나와 같이 우리의 실생활에서 직접 적용할 수 있다면 많은 분야에서 활용이 예상된다. 마이크로스트립 안테나가 DBS수신용 안테나로 활용되려면 우선적으로 광대역 주파수 특성이 요구된다. 따라서 본 논문의 목표를 DBS수신을 위한 광대역 주파수대역을 보장할 수 있도록 안테나를 설계하였다. 또한 이 안테나로 무궁화 위성수신 실험을 통하여 DBS수신용 안테나로의 이용 타당성을 연구하였다.

Abstract

In this paper, we have researched designing a microstrip antenna, which will be replaced for a parabolic antenna. A microstrip antenna has been used in extremely limited field, but if it is applied to practical life like a DBS receiving antenna, we expect that it will be used in various way. First of all, if we use a microstrip antenna for a DBS receiving antenna, it should be guaranteed characteristics of broadband frequency. Therefore, the goal of this paper is designing an antenna which guarantees broadband frequency band for a DBS reception. Also, experiment with Koreasat, we have researched the propriety of this antenna for the DBS receiving antenna.

I. 서 론

최근 아시아 태평양 지역의 각국에서는 경쟁적으로 자국위성을 발사하여 위성케도와 주파수 자원이 거의 포화상태에 이르렀으며, 전파환경에 따른 문화적인 피해 또한 심각한 상태이다. 우리나라에서도 이러한 국제적인 추세에 발맞춰 '95년 9월에 발사된 국내 최초의 복합 위성인 무궁화 위성

은 매우 중요한 의미를 갖는다. 현재 디지털 위성 방송 서비스는 MPEG과 같은 신호압축기술의 거듭된 발전으로 한 위성에서 수백개 이상의 TV채널 신호를 방송할 수 있으므로 지상파 방송의 한계점을 보완할 수 있는 장점을 지니고 있다. 이와 같은 위성방송이 현재 통합방송법 제정지연으로 인하여 교육방송 위주로 편성되어 수요계층이 많지 않지만 머지않은 시일 내에 통합방송법안이 제정되어 활성화가 된다면 이웃 일본처럼 수요계층

*한솔 PCS(주)

**한국항공대학교 항공통신정보학과

· 논문 번호 : 990402-035

· 수정완료일자 : 1999년 5월 26일

이 폭발적으로 증가할 것으로 예상된다.

지금까지는 위성방송을 수신하기 위한 안테나는 파라볼릭 안테나를 사용하였다. 그러나 무궁화 위성과 같은 DBS(Direct Broadcasting Satellite)에서는 트랜스폰더가 100W이상의 대출력을 송신하고 있으므로 마이크로스트립 안테나와 같은 작은 크기의 평면형 안테나로도 위성방송 수신에 충분하다.

국내에서는 위성방송이 아직 활성화가 안되어 위성방송 수신용 평면형 안테나의 연구가 많지 않으나 국외에서는 활발하게 연구가 진행되고 있다. 최근 연구의 주류는 radial 슬롯 안테나^{[1],[2]}와 헬리컬 어레이 안테나^[3]이다. 이들 두 안테나의 공통점은 안테나의 효율이 비교적 높은 반면, 원형평판상에 소자를 방사형으로 배열하므로 균일한 전계 분포를 위해서 소자들의 크기 혹은 급전길이를 각각 조절해야 하는 제작공정 상의 불편함이 존재한다. 또한 radial 슬롯 안테나는 travelling wave를 이용함으로 안테나의 직경이 커지면 주파수 대역폭이 제한되는 단점을 지닌다.

그러므로 본 논문에서는 안테나의 제작공정이 간단하고 좁은 주파수 대역폭을 개선할 수 있는 포토에칭 방식의 적층된 마이크로스트립 안테나를 연구하였다. 연구된 안테나의 설계목표를 무궁화 위성방송 수신용 안테나로 이용할 수 있도록 하였다. 따라서 마이크로스트립 안테나로 DBS를 수신할 수 있도록 광대역특성을 만족하는 적층된 마이크로스트립 안테나 구현에 설계목표를 정했다. 또한 제작된 안테나로 무궁화 위성의 수신실험을 통하여 DBS수신용 안테나로의 이용 타당성을 고찰하였다.

II. 마이크로스트립 안테나의 해석

2-1 단일소자의 입력 어드미턴스

마이크로스트립 안테나를 해석하는 방법에는 여

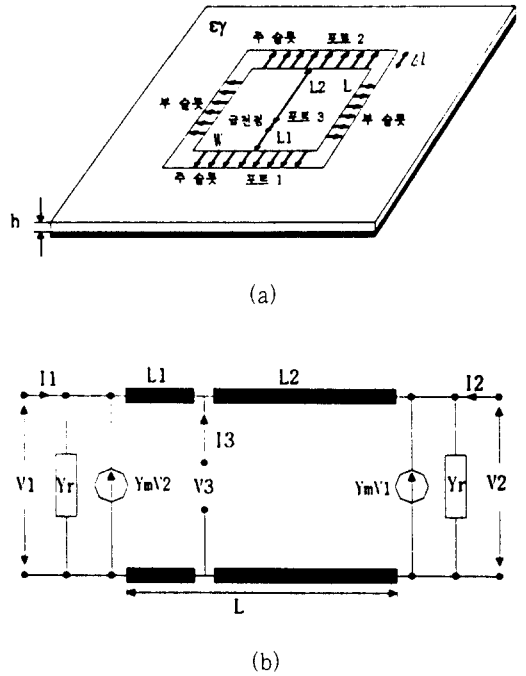


그림 1. 사각형 마이크로스트립 안테나 (a) 마이크로 스트립 패치 안테나, (b) 3-port 전송선로 모델 등가회로

Fig. 1. Rectangular microstrip antenna. (a) microstrip patch antenna, (b) equivalent circuit of 3-port transmission line model.

러 해석방법이 존재한다. 그 중에서 본 논문에서는 사각형 마이크로스트립 안테나의 해석으로 3-port 전송선로 모델링 방법^[4]을 사용하였다. 3-port 전송선로 모델에 의해서 임의의 점으로 급전되는 사각형 패치 안테나가 그림 1에서 도시되었다.

임의의 점 port 3에서 동축선로로 급전이 된다면 port 1과 port 2는 종단개방이 되어 그림 1의 등가회로와 같이 모델링할 수 있다.

상호 커플링을 고려한 3-port 모델의 어드미턴스 행렬식을 구하여 port 3로 급전되는 경우 즉 마이크로스트립 선로로 급전하는 경우를 고려하면, 입력 어드미턴스는 $I_2=I_3=0$ 라는 가정에 의해서 전류행렬을 전개하면 식 (1)과 같다.

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 = 0 \\ I_3 = 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_r + Y_0 \coth(\gamma_g L_1) & -Y_m \\ -Y_m & Y_r + Y_0 \coth(\gamma_g L_2) \\ -Y_0 \csc h(\gamma_g L_1) & -Y_0 \csc h(\gamma_g L_2) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix} \quad (1)$$

행렬식 (1)을 전개하여 풀면 식 (2)과 같이 사각형 패치 안테나의 입력 어드미턴스를 구할 수 있다.

$$Y_m = \frac{Y_0^2 + Y_r^2 - Y_m^2 + 2Y_r Y_0 \coth(\gamma_g L) - 2Y_m Y_0 \csc h(\gamma_g L)}{Y_r + Y_0 \coth(\gamma_g L)} \quad (2)$$

여기서 Y_0 는 전송선로의 특성 어드미턴스이다. γ_g 는 복소 전파상수이며, $\gamma_g = \alpha_g + j\beta_g$, α_g 는 감쇠정수, β_g 는 위상정수이다. 감쇠정수 α_g 는 안테나 기관의 유전체 손실과 스트립 도체 손실 및 접지면 손실 등이 포함된다^[5]. 그리고 마이크로스트립 선로가 직접 사각형 패치로 급전되는 경우에는 기생효과에 의해서 주슬롯의 자기 어드미턴스에 변화가 발생한다. 따라서 정확한 입력 어드미턴스를 구하기 위해서 위 식 (2)에서 이를 고려하면 식 (3)으로 구할 수 있다.

$$Y_{in} = Y_{in} - (W_s / W_{eff}) \cdot Y_r \quad (3)$$

여기서 W_s 는 급전되는 마이크로스트립 선로의 폭이며, W_{eff} 는 마이크로스트립 선로의 유효폭이다. 한편 Y_r 는 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$Y_r = G_r + jB \quad (4)$$

식 (4)의 복사 컨덕턴스 G_r 는 식 (5)와 같다.

$$G_r = \frac{1}{\pi\eta} \left\{ \left[w S_i(w) + \frac{\sin w}{w} + \cos w - 2 \right] \cdot \left(1 - \frac{S_l^2}{24} \right) + \frac{S_l^2}{12} \left(\frac{1}{3} + \frac{\cos w}{w^2} - \frac{\sin w}{w^3} \right) \right\} \quad (5)$$

여기서,

$$w = k(W + \Delta l) \quad (6)$$

$$S_l = k\Delta l \quad (7)$$

$$\eta = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \quad (8)$$

$$S_i(w) = \int_0^w \frac{\sin u}{u} du \quad (9)$$

또한 식 (6), (7)의 Δl 은 마이크로스트립 패치 안테나 등가회로의 그림 1에서 도시한 바와 같이 마이크로스트립 패치 안테나에 임의의 전력이 인가되면, 복사평면의 개방단(open-end)에서 프린징 효과에 의해서 전기적인 길이가 증가되는 길이를 의미하며, 본 논문에서는 M. Kirschning이 제안한 식을 이용하였다^[6].

식 (4)의 자기-서셉턴스 B 는 식 (10)과 같다.

$$B = Y_0 \tan(\beta_g \Delta l) \quad (10)$$

여기서 $\beta_g = k_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}$ 이며, k_0 는 자유공간 전파상수이며, ϵ_{eff} 는 기관의 실효 유전상수이다. 그리고 두개의 슬롯 사이의 상호 어드미턴스 Y_m 은,

$$Y_m = G_m + jBm \quad (11)$$

여기서 상호 컨덕턴스 G_m 은 보조 커플링 함수, 주슬롯의 유한한 길이와 부슬롯의 잔여 영향을 보상하는 보정함수에 의해서 얻어진다.

$$G_m = G_r \left[J_0(L') + \frac{S_l^2}{24 - S_l^2} J_2(L') \right] \quad (12)$$

여기서

$$L' = k(L + \Delta l) \quad (13)$$

$$S_l = k\Delta l \quad (14)$$

$J_n(L')$ 은 1종 n 차 베셀함수이다. 마찬가지로 상호 서셉턴스 B_m 은 보조 커플링함수와 보정함수로 이루어진다.

$$B_m = B \left[\frac{\pi}{2} \frac{Y_0(L') + \frac{S_l^2}{24 - S_l^2} Y_2(L')}{\ln\left(\frac{S_l}{2}\right) + \gamma - \frac{3}{2} + \frac{S_l^2/12}{24 - S_l^2}} \right] \cdot [1 - \exp(-0.21W)] \quad (15)$$

여기서 γ 는 Euler상수=0.577216이며, $Y_n(L')$ 는 2중 n 차 베셀함수이다.

이상과 같이 전개된 식을 이용하여 식 (3)에 대입하면 사각형 마이크로스트립 패치의 입력 어드미턴스를 구할 수 있다.

2-2 기생소자가 적층된 마이크로스트립 안테나

마이크로스트립 안테나의 대역폭을 확장시키는 다양한 연구들이 진행되고 있다^[5]. 이러한 대역폭 특성개선을 위한 기술에는 마이크로스트립 안테나의 직상단에 기생소자를 적층시키는 방법, 두껍고 낮은 유전율 안테나 기판의 사용, 급전선로의 광대역 임피던스 정합기술, 안테나 소자의 배열기술 등이 있다. 따라서 본 논문에서는 상기의 여러 기술들을 복합적으로 이용할 수 있는 방법을 고찰하였다.

먼저 사각형 마이크로스트립 안테나의 직상단에 적층된 기생소자에서 발생하는 이중공진 효과를 이용하여 안테나의 대역폭을 확장시키는 기술을 시뮬레이션을 통하여 그 효과를 확인하였다. 그림 2에서 기생소자가 적층된 마이크로스트립 안테나의 구조를 도시하였다.

단층기판 구조의 사각형 마이크로스트립 안테나의 해석은 전송선로 모델링으로 해석할 수 있으나

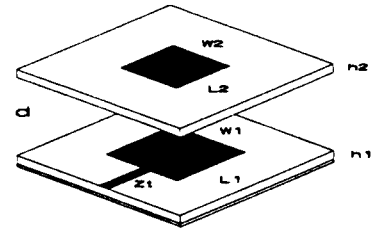


그림 2. 적층된 마이크로스트립 안테나의 구조
Fig. 2. Structure of the stacked microstrip antenna.

그림 2에 나타난 적층된 마이크로스트립 안테나의 해석은 용이하지가 않다. 따라서 본 논문에서 적층된 안테나는 Ensemble^[7]을 이용하여 설계하였다. 즉 단층기판 구조의 마이크로스트립 안테나는 전송선로 모델링 방법으로 계산하고 적층된 마이크로스트립 안테나의 전체적인 파라미터 계산은 Ensemble을 이용하였다. 표 1에서 3-port 전송선로 모델링 방법을 통하여 단층기판 구조인 사각형 마이크로스트립 안테나의 설계 파라미터를 계산한 결과와 적층된 마이크로스트립 안테나를 Ensemble에서 계산된 결과를 비교하였다.

표 1에서 안테나 A의 결과는 식 (3)을 이용한 계산치이며, 안테나 B의 결과는 기생소자가 적층된 마이크로스트립 안테나를 Ensemble로 시뮬레이션한 계산치이다. 안테나 A, 안테나 B의 중심 주파수는 11.85 GHz, 급전선로는 50 Ω 정합조건으로 설계하였다. 기생소자가 적층된 마이크로스트립 안테나에서의 적층된 높이 (d)는 2 mm로 설계하였다. 표 1에서 설계된 안테나의 Return loss를 Ensemble로 시뮬레이션한 결과와 실제 제작실험한

표 1. 안테나의 설계 파라미터

Table 1. Design parameters of the antenna.

안테나 구조	패치길이 L	패치폭 W	입력 임피던스 Z_{in}	트랜스포머 특성 임피던스 Z_t	기판 유전율 ϵ_r	기판두께 h	상하 패치가 적층된 높이 d
안테나 A	$L_1=8.86$ mm	$W_1=8.86$ mm	288 Ω	120 Ω	1.77	$h_1=0.8$ mm	-
안테나 B	$L_2=8.3$ mm	$W_2=8.3$ mm	100 Ω	70.7 Ω	3.8	$h_2=0.025$ mm	2 mm

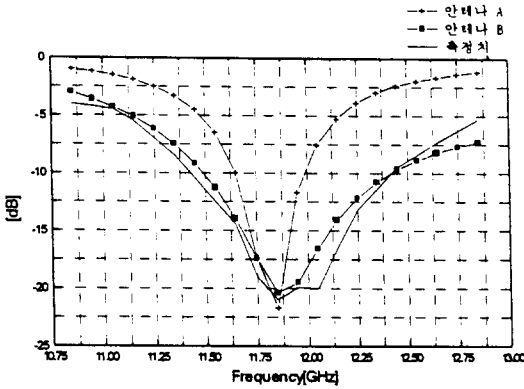


그림 3. 적층된 마이크로스트립 안테나의 시뮬레이션 및 측정치 결과

Fig. 3. Simulation and measured results of the stacked microstrip antenna.

측정치와의 비교를 그림 3에 도시하였다.

그림 3에서 단층기판 구조의 마이크로스트립 안테나(안테나 A) 시뮬레이션 결과와 기생소자가 적층된 마이크로스트립 안테나(안테나 B)의 시뮬레이션 결과 및 측정치를 비교할 수 있다. Return loss가 -9.6 dB ($VSWR=2$)이하인 조건으로 두 안테나를 비교한다면 단층구조의 마이크로스트립 안테나가 370 MHz 이며, 적층된 마이크로스트립 안테나의 시뮬레이션 결과치와 측정치가 각각 1.040 MHz 와 1.050 MHz 이다. 즉 적층된 마이크로스트립 안테나는 중심 주파수($f_0=11.85\text{ GHz}$)에서 3.12% 인 대역폭 특성을 8.86% (측정치 기준)로 개선효과를 입증할 수 있다. 따라서 DBS수신용 안테나와 같이 비교적 넓은 대역의 주파수 특성이 요구되는 안테나에서는 이러한 방식의 안테나 구조가 적절함을 확인할 수 있다.

III. DBS수신용 안테나의 설계 및 고찰

3-1 원편파 안테나 설계

무궁화 위성수신용 안테나는 주파수 대역폭이

최소한 300 MHz 이상이며 EIRP가 EOC(End Of Coverage) 기준으로 59.6 dBW 에서 동작되는 좌원편파 안테나가 요구된다^[8]. 또한 안테나에서 출력된 C/N(Carrier to Noise)비는 위성방송의 수신품질을 평가하는 척도가 되는데 위성방송 수신기의 수신품질 목표를 대략 C/N비 12 dB 이상으로 설정하고 있다^[9].

그러므로 본 논문에서 연구될 안테나의 설계목표 또한 C/N비 12 dB 이상을 확보할 수 있도록 Link Budget을 계산하면, 29 dB 의 이득을 가진 원편파 안테나가 요구된다. 원편파는 두 개의 직선편파가 서로 수직하게 서로의 위상차가 90° 가 되면 원편파 안테나로 동작한다. 즉 사각형 마이크로스트립 패치에 90° 위상차를 가진 두 급전선을 직교 방향으로 구성하면 두 직교 모드가 발생되어 원편파를 발생하게 된다. 이와 같은 직교급전 방식은 급전선의 두 전기적 길이가 정확하지 않거나 급전선에서 불연속이 존재하면, 위상차가 발생하거나 두 급전선의 전력이 다르게 되어 광대역 원편파 특성을 얻기 곤란하다^[10]. 따라서 이 같은 단점을 개선하기 위해서 본 논문에서는 순차배열 방식을 사용하여 안테나를 설계하였다. 그림 4에서 순차배열로 구성된 2×2 서브 어레이와 등가회로가 도시

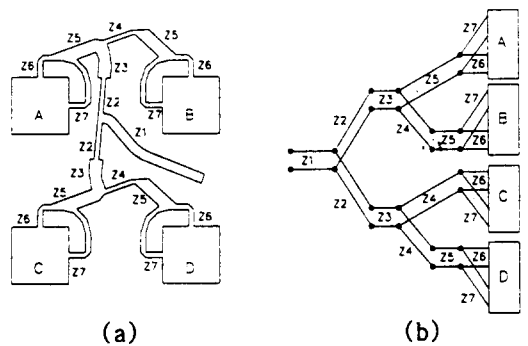


그림 4. 마이크로스트립 안테나의 구성. (a) 순차배열, (b) 등가회로

Fig. 4. Configuration of microstrip antenna. (a) sequential arrangement, (b) equivalent circuit.

되었다.

그림 4에 도시된 바와 같이 급전선의 구성에서 z_1 은 100Ω 의 임피던스를 갖는 급전선이며, z_2, z_4, z_5, z_6 는 $\lambda/4$ 의 전기적인 길이를 가지며 z_7 은 $\lambda/2$ 의 전기적 길이를 갖는다. 사각형 마이크로스트립 패치 A와 B, C와 D를 서로 반대방향으로 구성하나, z_4 의 급전선에서 90° 의 위상차를 두고서 급전하므로 상호 동위상으로 만들 수 있다.

3-2 제작된 안테나의 실험결과 고찰

마이크로스트립 안테나의 대역폭을 확장시키는 기술 중에서 두꺼운 기판의 사용은 안테나의 대역폭을 확장시킬 수 있지만 표면파 복사와 불요모드(unwanted mode)를 발생한다. 따라서 안테나 제작에 사용되는 기판의 두께를 제한하는 요소로 작용되므로 안테나의 대역폭이 제한될 수 밖에 없다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법은 저유전체 기판의 사용이다. 따라서 본 논문의 안테나 설계에서 사용되는 유전체 기판의 두께는 $h_1=0.8\text{mm}$, 도체판 두께 $t=0.035\text{mm}$, 유전율 $\epsilon_r=1.77\pm 0.04$ (1~12 GHz), 손실탄젠트 $\tan\delta=2\sim 5\times 10^{-4}$ 특성을 가진 日本 日立化成(株) MCL-100S 저유전체 기판을 사용하였다. 그리고 기생소자가 구성된 박막 유전체 기판(h_2)과의 적층된 높이(d)는 유전율이 공기와 같은 2 mm 두께의 발포 유전체($\epsilon_r=1.02$)를 사용하였다.

본 논문에서 연구된 안테나의 구조는 그림 5에서 도시한 것처럼 마이크로스트립 안테나와 급전선으로 구성된 기판(h_1), 기생소자가 구성된 박막 유전체 기판(h_2)으로 적층되어 있으며 두 유전체 기판(h_1, h_2) 사이에는 적절한 간격을 유지할 수 있도록 발포유전체(d)가 적층되어 광대역 특성의 안테나로 설계되었다. 기생소자가 구성된 박막 유전체 기판(h_2)의 두께는 $h_2=0.025\text{mm}$, 유전율 $\epsilon_r=3.8$, 손실탄젠트 $\tan\delta=0.009$, 도체판 두께 $t=0.01\text{mm}$ 이다.

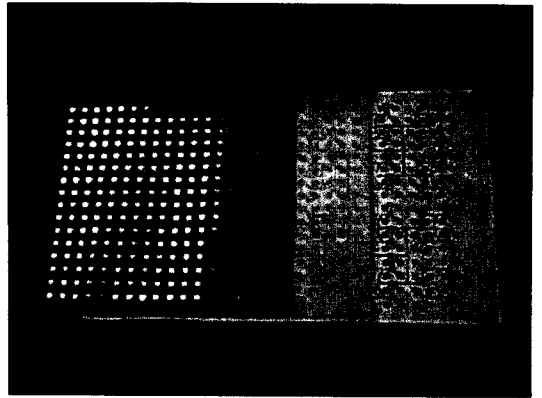


그림 5. 적층된 마이크로스트립 안테나의 구조
Fig. 5. Structure of stacked the microstrip antenna.

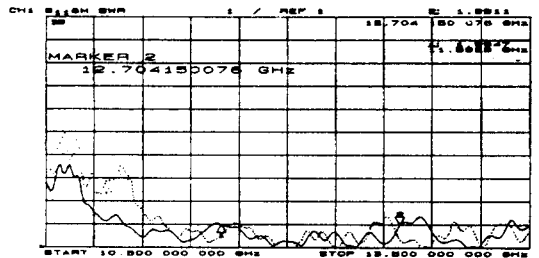


그림 6. 측정된 전압 정재파비의 비교
Fig. 6. Comparison of measured VSWR.

제작된 안테나는 16×16 배열로 구성된 총 256개의 마이크로스트립 패치를 $0.86\lambda_g$ 의 간격으로 설계하였으며 크기는 $37\times 37\text{cm}$ 인 정사각형 구조이다.

그림 6에서 제작된 안테나를 단층구조의 마이크로스트립 안테나(h_1)와 적층된 구조의 마이크로스트립 안테나를 서로 분리하여 전압 정재파비를 측정하여 비교하였다. 단층구조 마이크로스트립 안테나의 전압 정재파비(그림 6의 점선)를 2이하로 기준한다면 11.70~12.50 GHz이므로 대역폭이 800 MHz, 반면 적층된 마이크로스트립 안테나의 특성(그림 6의 실선)은 11.59~12.70 GHz이므로 대역폭이 1,110 MHz이다. 안테나의 중심주파수(11.85 GHz)에서 각각 6.75%, 9.36%이므로 적층된 마이

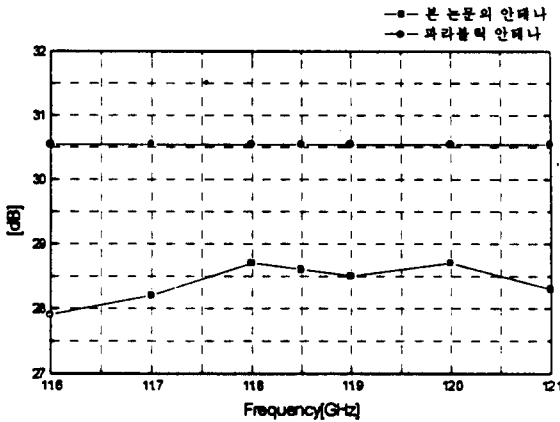


그림 7. 측정된 이득의 비교

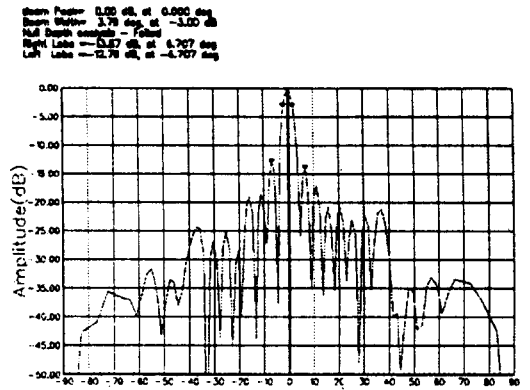
Fig. 7. Comparison of measured gain.

크로스스트립 안테나가 2.61%의 임피던스 대역폭 확장효과를 나타내었다.

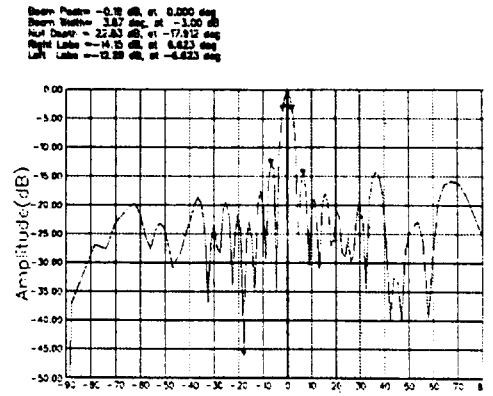
두 안테나의 이득특성에서는 임피던스 대역폭 특성과 같은 탁월한 개선효과는 나타나지는 않았다. 그러나 적층된 마이크로스트립 안테나의 이득이 DBS수신 주파수 전대역에서 설계목표인 29 dB에 근사한 28.2~28.7 dB의 평탄한 이득특성이 나타났다. 그림 7에서 적층된 마이크로스트립 안테나의 측정이득과 파라볼릭 안테나의 계산치를 비교하였다. 파라볼릭 안테나는 효율이 60%, 크기가 35 cm인 안테나를 기준하여 이득을 계산하였다.

파라볼릭 안테나의 이득 계산치는 30.54 dB이며 본 논문의 적층된 마이크로스트립 안테나의 측정 이득은 28.7 dB이므로 1.84 dB 차이가 발생한다. 적층된 마이크로스트립 안테나가 파라볼릭 안테나에 비해서 이득이 작은 단점은 평면형 안테나가 지닌 장점이 훨씬 많기 때문에 충분히 극복될 수 있으리라 확신한다. 상기의 실험결과를 토대로 적층된 마이크로스트립 안테나는 효율상승보다는 임피던스 대역폭 확장효과가 탁월한 것으로 생각된다.

DBS수신 안테나 설계에서 고려해야할 중요 파라미터 중의 하나가 안테나의 복사특성이다. 이는 한반도 주위에 위치한 인접 위성신호로부터 발생



(a)



(b)

그림 8. 측정된 복사패턴. (a) H-plane, (b) E-plane
Fig. 8. Measured radiation patterns. (a) H-plane, (b) E-plane.

되는 간섭으로 인한 영향을 최소화하려는 의도이다. 특히 반사형 파라볼릭 안테나와는 달리 평면형 마이크로스트립 안테나에서는 설계 가능한 최소의 사이드로브 레벨은 안테나의 다른 특성을 trade off하지 않고서는 일반적으로 제한되기 때문이다. 그림 8에서 제작된 안테나의 복사패턴을 도시하였다. 전력반치폭은 각각 3.79°와 3.87°로 거의 유사한 특성을 나타냈으며 H-plane패턴에서 좌, 우 제1

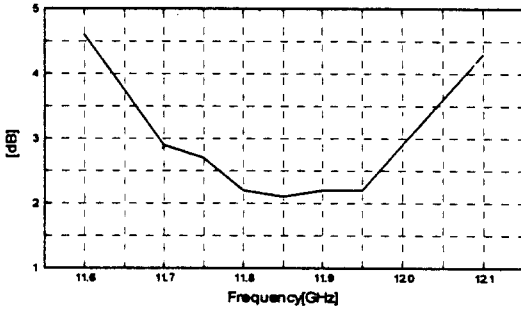


그림 9. 적층된 마이크로스트립 안테나의 축비
Fig. 9. Axial ratio of the stacked microstrip antenna.

사이드로브 레벨은 -12.76 dB과 -13.87 dB이며, E-plane패턴에서는 -12.28 dB와 -14.15 dB이다. 안테나의 측정에 이용된 장비는 (이)Orbit 근역장 측정 장비를 사용하였다.

위성에서는 원편파를 사용하는데, 원편파는 전계의 크기가 일정하면서 전계벡터가 시간에 따라 회전하며 진행한다. 그러므로 원편파의 특성은 축비의 측정을 통하여 알 수 있다. 그림 8에서 적층된 마이크로스트립 안테나의 축비특성을 도시하였다. 정확한 축비특성을 측정하기 위해서 안테나의 편파 평면상에 수직, 45°, 수평, 135° 등의 총 4개의 직선성분을 OEG(Open Ended Waveguide)안테나로 회전하면서 측정한 결과로 축비를 산출하였다. 측정된 축비는 DBS수신 주파수인 300 MHz 전대역에서 3 dB이하의 양호한 특성을 나타냈다.

IV. 위성수신의 C/N비 측정

양호한 품질의 위성방송 수신을 위해서는 위성 방송 수신 시스템의 C/N비 평가 및 측정은 필수적인 항목이다. 제작된 안테나의 수신품질을 평가하는 척도인 C/N비는 식 (16)으로 구할 수 있다 [11].

$$C/N =$$

$$\frac{EIRP \cdot L_f \cdot R \cdot \alpha \cdot G_a \cdot N_u}{K \cdot B \cdot [\alpha T_a + (1 - \alpha) T_0 + (F - 1) T_0]} \quad (16)$$

여기서, $EIRP$ 는 유효방사전력, L_f 는 자유공간손실, R 은 강우감쇄, K 는 볼츠만 상수 J/K , B 는 수신기의 채널 대역폭, N_u 는 상향회선 C/N 비에 의한 수신 C/N 비의 열화를 나타낸다.

적층된 마이크로스트립 안테나에 저잡음컨버터(Low Noise Blockdown Converter)를 부착하여 무궁화 위성의 송신신호에 대한 C/N 비를 측정하였다. Link Budget계산에서 산출된 저잡음컨버터의 최적 Spec.의 선택은 DBS수신의 품질을 좌우한다. 그러므로 잡음지수 $N/F = 0.8$ dB, 변환이득(Conversion Gain)이 55 dB, 이득 평탄도(Gain Flatness)는 3 dBp-p의 특성을 가진 저잡음컨버터를 C/N 비 측정에 사용하였다.

그림 10에서 제작된 안테나를 이용하여 무궁화 위성의 캐리어 신호를 측정된 스펙트럼을 도시하였다.

그림 10에서 나타난 무궁화 위성의 캐리어신호 스펙트럼은 1999년 3월 28일 오전 11시경 서울에서 수신한 것이다. 식 (16)으로 계산된 C/N 비는 14.7 dB이며 제작된 안테나의 측정치는 Max. 12.3 dB로 나타났다. 계산치와 측정치에서 발생하는 오차는 측정실험에 사용된 각종 케이블 및 커넥터 등에서 발생하는 손실과 측정오차로 생각된다.

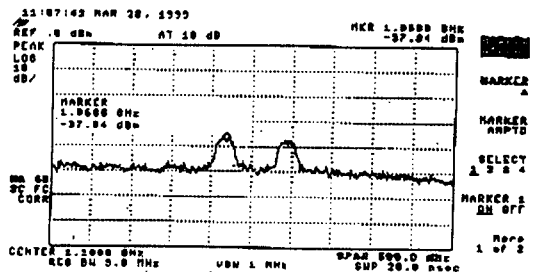


그림 10. 무궁화 위성의 캐리어신호 수신
Fig. 10. Measured carrier signal of Koreasat.

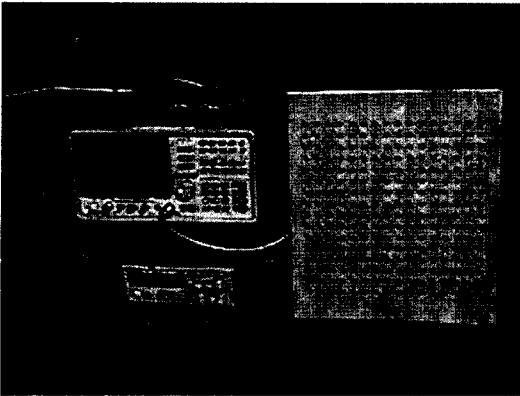


그림 11. C/N비 측정 시스템 구성
Fig. 11. Configuration of C/N ratio measurement system.

C/N비가 12.3 dB이면 CCIR의 5단계 화질평가 기준^[9]에서 Grade4 정도로 수신상태가 약간의 방해는 있지만 비교적 양호한 수신등급으로 분류된다. 그림 11에서 C/N비 측정에 사용된 장비 구성도를 도시하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 현재 DBS수신용 안테나로 사용 중인 파라볼릭 안테나를 대체할 수 있는 평면형 마이크로스트립 안테나 설계를 연구하였다. 마이크로스트립 안테나가 가진 많은 장점에도 불구하고 몇몇 단점들 때문에 제한적으로 사용되고 있는 현실에서 보다 더 실생활 속에서 대중적으로 이용할 수 있도록 유도하고자 본 연구를 추진하였다. 안테나의 대역폭 특성을 개선하기 위해 저유전율 기판과 적층된 마이크로스트립 안테나 설계기술을 연구에 도입하였다. 논문에서 연구된 안테나를 통하여 임피던스 대역폭에서 비교적 넓은 주파수대역에서 개선효과를 확인할 수 있었다. 또한 무궁화 위성수신 실험을 통하여 서울지역에서 C/N비 12.3 dB의 양호한 수신신호를 확인하였다.

따라서 본 논문에서 연구한 적층된 마이크로스

트립 안테나는 DBS수신용 안테나로 많은 활용이 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] M. Ando, K. Sakurai, N. Goto, K. Arimura and Y. Ito, "A radial line slot antenna for 12 GHz satellite TV reception," *IEEE Trans. on Antennas and Propagation*, vol. 39, no. 12, pp. 1347-1353, 1985.
- [2] M. Takahashi, M. Natori, J. Takata, M. Ando, and N. Goto, "A single layer radial slot antenna for DBS reception," *Asia Pacific Microwave Conference Digest*, pp. 75-78, 1990.
- [3] H. Nakano, H. Takeda, Y. Kitamura, H. Mimaki, and J. Yamauchi, "Low profile helical array antenna fed from a radial waveguide," *IEEE Trans. on Antennas and Propagation*, vol. 40, no. 3, pp. 279-284, 1992.
- [4] H. Pues and A. Van de Capelle, "Accurate transmission-line model for the rectangular microstrip antenna," *IEE Proc.*, vol. 131, Part H, pp. 334-340, 1984.
- [5] K. Hirasawa and M. Haneishi, *Analysis, Design, and Measurement of Small and Low-Profile Antennas*, Artech House, pp. 89-129, 1992.
- [6] M. Kirschning, R. Jansen, and N. Koster, "Accurate model for open end effect of microstrip lines," *Electronic Letters*, vol. 17, pp. 123-125, 1981.
- [7] Ensemble 4.0, Boulder Microwave Technologies, Inc., 1996.
- [8] 무궁화 위성(KOREASAT) 시스템 개발 규격서, (주) LG정보통신.
- [9] Reports of the CCIR(International Radio

Consultative Committee), ITU, vol. 11, 1990.

[10] J. F. Zurcher and F. E. Gardiol, *Broadband Patch Antennas*, Artech House, pp. 124-125,

1995.

[11] 衛星放送の受信入門, NHK, 일본방송출판협회.

전 주 성



1995년~현재: 한국항공대학교 대학원 항공통신정보학과(박사과정)
1988년~1995년: LG전자 중앙연구소 선임연구원
1995년~1997년: KETI 고주파 연구실 선임연구원
1997년~현재: 한솔 PCS(주) 정보

통신연구원 근무중

[주 관심분야] 마이크로스트립 안테나 및 전파전파, 마이크로파 회로설계, 이동통신

이 윤 현



1985년: 경희대학교 대학원 전자과 (공학박사)
1979년: 통신 기술사
1988년: State Univ. of New York 교환교수
1980년~현재: 한국항공대학교 항공통신정보학과 교수

[주 관심분야] 마이크로파 회로설계, 안테나 및 전파전파