

# 무궁화 위성방송 수신용 마이크로스트립 어레이 안테나 제작에 관한 연구

## A Study on the Fabrication of Microstrip Array Antenna for Koreasat Reception

전주성\* · 이윤현\*\*

Joo-Seong Jeon\* · Yun-Hyun Lee\*\*

### 요 약

본 논문은 현재 위성방송 수신용 안테나로 사용중인 파라볼릭 안테나를 대체할 수 있는 마이크로스트립 안테나를 연구하였다. 제작된 안테나로 무궁화 위성수신 실험에서 C/N비 19 dB를 확인함에 따라 국내에서 월평균 99.9%시간 동안에는 강우감쇠에 관계없이 좋은 화질의 위성방송 수신이 가능할 것으로 예상된다. 본 논문에서 연구한 결과를 통하여 마이크로스트립 안테나의 전기적 특성이 파라볼릭 안테나와 유사한 수준까지 향상될 수 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 제작된 마이크로스트립 안테나는 위성방송 서비스 커버리지 내에서 파라볼릭 안테나를 충분히 대체할 수 있을 것으로 평가된다.

### Abstract

In this paper, the microstrip antenna is studied to replace the parabolic antenna in the DBS reception. It is expected that the good picture quality DBS reception will be possible with this antenna irrespective of rain attenuation for the 99.9% time in a monthly average since the C/N ratio of 19 dB is proved by the reception experiment of a Koreasat with fabricated antenna. From the results of this paper, it is shown that the electrical characteristics of the microstrip antenna can be improved to the level similar to that of the parabolic antenna. Hence, it is considered that the fabricated microstrip antenna can replace the parabolic antenna in DBS service coverage.

### I. 서 론

'95년 9월에 발사된 무궁화 1호 위성을 시작으로 '99년 9월에는 무궁화 3호 위성이 성공적으로 발사되어 우리나라도 이제 본격적인 위성시대가 열리고 있음을 알고 있다. 특히 무궁화 3호 위성은 한반도 지역에 국한된 1, 2호 위성과는 달리 가변 빔 안테나를 탑재하고 있어 동남아는 물론 호주지역까지도 서비스가 가능해 외국의 위성방송 사업자에 대응

할 수 있는 길도 열리게 되었다<sup>[1]</sup>. 다만 성공적인 위성발사와는 달리 이를 운용할 제도와 규정이 아직 준비 중이므로 조만간 본격적인 위성시대가 개막되어 방송은 물론, 주문형 비디오(VOD) 서비스와 위성 멀티미디어 서비스까지 확장될 것으로 예상된다. 본 논문에서는 본격적인 위성시대를 대비하는 차원의 하나로 우리나라 위성방송 수신규격에 적합한 평면형 마이크로스트립 어레이 안테나를 설계 및 제작하였다. 지금까지 국외에서 보고된 평면형 위성방

\* 한솔엠닷컴(주) 정보통신연구소(Hansol M. com R&D Division)

\*\* 한국항공대학교 통신과(Dept. of Telecommunication, Hankuk Aviation Univ.)

· 논문 번호 : 991213-118

· 수정완료일자 : 2000년 2월 22일

송 수신용 안테나에 관한 대부분의 연구는 radial 슬롯 안테나, 헬리컬 안테나, 도파관 슬롯 안테나 등이다.<sup>[2]~[4]</sup> radial 슬롯 안테나와 헬리컬 안테나는 안테나의 효율은 높으나 원형평판 상에 복사소자를 방사형으로 배열함으로 균일한 전계분포를 위해서 복사소자나 급전 probe를 각각 조절해야 하므로 안테나의 해석과 제작이 무척 난해한 단점을 지닌다. 도파관 슬롯 안테나는 높은 효율과 빔 틸트 설계가 용이한 반면 경제성이 없기 때문에 개별 수신용보다는 차량 탑재용으로 연구가 제한되고 있는 실정이다.

본 논문에서는 안테나의 설계와 제작공정이 비교적 간단하여 다른 안테나에 비해 제작에서 유리한 측면이 있는 위성방송 수신용 적층된 마이크로스트립 어레이 안테나를 연구하였다. 적층된 마이크로스트립 안테나에 관한 연구는 국내에서도 최근 보고가 되었다.<sup>[5]</sup> 그 연구결과를 살펴보면 안테나의 임피던스 대역폭 확장에서는 탁월한 개선효과가 있으나 안테나의 이득과 복사특성에서는 개선효과가 크게 나타나지 않은 것으로 보고되었다. 또한 안테나의 구조가 특수하게 제작된 마이크로스트립 안테나용 저유전체 기판을 사용하여 산업적인 가치가 제한되는 단점을 가지고 있었다. 따라서 본 논문에서는 적층된 마이크로스트립 어레이 안테나의 구조와 제반특성을 개선하여 국내 무궁화 위성방송 수신규격에 적합한 안테나 설계 및 제작을 연구목표로 설정하였다. 안테나 제작에 사용되는 유전체 기판은 범용성이 있는 유전체 기판을 사용하였으며 안테나의 급전 구조를 WR-75 구형도파관 구조로 설계하여 낮은 전송손실과 광대역 정합특성을 유도하였다. 또한 제작된 안테나와 상용화된 45 cm offset 파라볼릭 안테나를 이용하여 무궁화 위성의 반송파신호를 수신하여 C/N비에 따른 수신성능을 비교 평가하여 상용 안테나로의 이용 가능성을 입증하였다.

## II. 적층된 마이크로스트립 안테나의 설계

적층된 마이크로스트립 안테나는 마이크로스트립 패치 안테나와 직상단에 적층된 기생소자에서 발생하는 이중공진 효과를 이용하여 안테나의 임피던스 대역폭을 확장시키는 것이 기본적인 동작원리이다.<sup>[6],[7]</sup> 이와 같이 기생소자가 적층된 마이크로스트립

안테나는 임피던스 대역폭 확장효과가 우수한 것으로 보고되었다.

그러나 지금까지 보고된 일반적인 구조의 적층된 마이크로스트립 안테나를 어레이 안테나로 설계하면 안테나의 급전선이 복사면상에 노출되어 급전선로가 분기되는 부분이나 불연속부에서는 불요복사가 발생되므로 안테나의 전기적인 특성이 서론에서 제시한 안테나들에 비해서 다소 저하될 것으로 예상된다. 따라서 본 논문에서는 현재 사용되는 적층된 마이크로스트립 안테나의 구조를 변화시켜 안테나의 특성을 개선하고자 한다. 즉 급전선에서 발생하는 전송손실과 불요복사, 급전선과 복사소자와의 상호 커플링 등과 같은 여러 요인들을 최소화할 수 있도록 안테나의 구조를 그림 1에서 그림으로 표시한 것처럼 급전선이 차폐되어 있는 적층된 마이크로스트립 안테나를 설계하였다. 마이크로스트립 패치 안테나가 구성된 기판의 직상단에 사각형 슬롯과 기생소자를 구성하여 급전선에서 발생하는 불요복사는 차단되면서도 복사소자로부터의 복사는 커플링되어 직상단에 구성된 슬롯을 통하여 아무런 장애가 없이 전달될 수 있도록 안테나를 설계하는 방법이다.

적층된 마이크로스트립 안테나의 설계는 Ensemble를 이용하였다.<sup>[8]</sup> 표 1에서 Ensemble로 시뮬레이션한 적층된 마이크로스트립 안테나와 본 논문에서 제시한 급전선이 차폐되어 있는 구조의 적층된 마이크로스트립 안테나에 대한 설계 파라미터를 비교하였다.

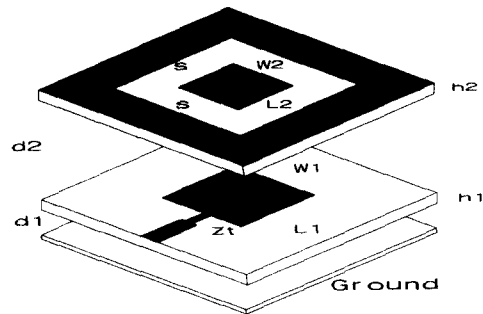


그림 1. 급전선이 차폐되어 있는 적층된 마이크로스트립 안테나 구조

Fig. 1. Structure of stacked microstrip antenna for shielded feeder.

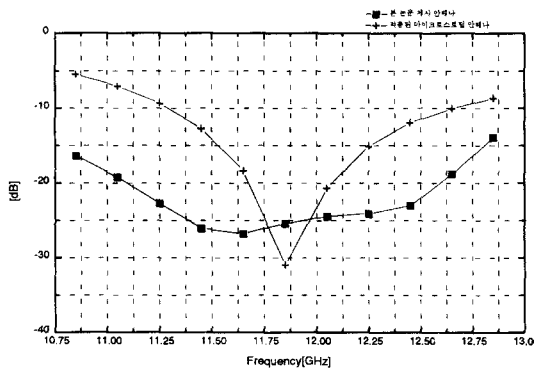
표 1. 안테나의 설계 파라미터

Table 1. Designed parameters of antenna.

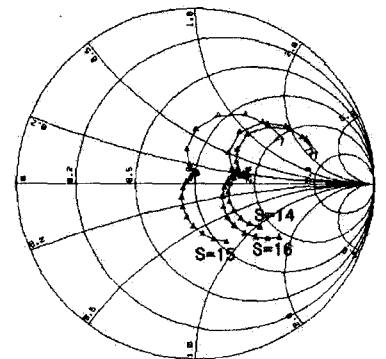
구조 \ 파라미터	패치 길이 $L$ [mm]	패치 폭 $W$ [mm]	입력 임피던스 $Z_{in}[\Omega]$	기판 유전율 $\epsilon_r$	기판 두께 $h$ [mm]	상하 기판의 간격 $d$ [mm]	슬롯 길이 $s$ [mm]
안테나 A	$L1=10.1$ $L2=7.7$	$W1=10.1$ $W2=7.7$	168	3.8	$h1=0.032$ $h2=0.032$	$d1=2$ $d2=2$	-
안테나 B	$L1=11.4$ $L2=8.6$	$W1=11.4$ $W2=8.6$	82	3.8	$h1=0.032$ $h2=0.032$	$d1=2$ $d2=2$	15

표 1에서 안테나 A는 적층된 마이크로스트립 안테나를 계산한 결과이며, 안테나 B는 급전선이 차폐되어 있는 적층된 마이크로스트립 안테나의 계산결과이다. 적층된 상하 층의 패치 크기를 각각 조절하는 것에 의해서 두 공진 주파수의 간격이 조절되므로 안테나의 임피던스 대역폭이 변화한다. 만약 적층된 패치 사이에 공기층 혹은 이와 유사한 저 유전체로 채워진다면 안테나의 임피던스 대역폭과 이득 상승의 효과를 얻을 수 있다<sup>[7]</sup>. 또한 하층의 패치와 접지면과를 적절한 간격으로 공기층 혹은 저 유전체로 채워진다면 안테나의 임피던스 대역폭이 넓어지는 효과를 얻는다<sup>[9]</sup>. 따라서 본 논문에서는 유전율이 거의 공기와 같은 2 mm 두께의 발포유전체(비유전율( $\epsilon_r=1.02$ ))가 삽입된 구조로 가정하여 계산하였다. Ensemble로 시뮬레이션한 표 1의 안테나 A,

B의 반사손실 특성을 그림 2(a)에 도시하였다. 두 안테나의 시뮬레이션 결과에서 반사손실이 -14 dB(VSWR=1.5)이하인 조건으로 비교한다면 일반적인 구조의 적층된 마이크로스트립 안테나의 대역폭은 810 MHz인 반면 본 논문에서 제시한 급전선이 차폐되어 있는 적층된 마이크로스트립 안테나는 10.85~12.85 GHz까지의 시뮬레이션한 전체 주파수대역에서 반사손실이 -14 dB 이하인 좋은 특성을 나타냈다. 즉 급전선이 차폐되어 있는 적층된 마이크로스트립 안테나는 일반적인 구조의 적층된 마이크로스트립 안테나의 임피던스 대역폭을 약 10% (본 논문에서 제시된 동일한 구조의 안테나를 기준으로 할 때)정도 개선시킬 수 있는 것으로 평가된다. 특히 위성방송 수신용 안테나와 같이 비교적 넓은 대역의 주파수 특성이 요구되는 안테나에서는 이



(a)



(b)

그림 2. 적층된 마이크로스트립 안테나의 시뮬레이션 결과. (a) 반사손실, (b) 슬롯 길이의 변화에 따른 임피던스 특성 변화(스미스 차트)

Fig. 2. Simulation results of stacked microstrip antenna. (a) Return Loss, (b) Changes in impedance with different slot lengths(Smith Chart).

러한 방식의 안테나 구조가 적절함을 알 수 있다.

그림 2(b)는 표 1의 안테나 B 측 급전선이 차폐되어 있는 적층된 마이크로스트립 안테나의 슬롯 길이(s)를 각각 14 mm, 15 mm, 16 mm로 변화시켰을 때 임피던스 특성변화를 스미스 차트상에 도시하였다. 안테나의 임피던스 특성들이 그림에서 도시한 것처럼 스미스 차트 상의 실수축을 중심으로 작은 궤적을 포함하고 있어 비교적 광대역 특성을 나타내고 있는 것으로 판단된다. 그러나 슬롯 길이가 15 mm인 경우 임피던스 궤적이 스미스 차트의 중심 즉 정재파비가 1인 지점에 위치되어 임피던스 대역폭이 가장 좋은 특성을 가지고 있는 것으로 계산되었으며 슬롯길이가 14 mm, 16 mm인 경우에는 임피던스 궤적이 정재파비가 2인 지점에 있어 임피던스 대역폭 특성이 상대적으로 좋지 못한 것을 알 수 있다.

### III. 무궁화 위성 수신용 안테나의 설계 및 제작

#### 3-1 원편파 안테나 설계 및 제작

우리나라 전역에서 무궁화 위성수신을 위한 최소 규격의 안테나는 29 dBi 이상의 이득특성을 가진 좌원편파 안테나가 요구된다. 원편파는 두 직선편파가 서로 수직하게 각각의 위상차가 90°가 되면 원편파가 발생된다. 따라서 사각형 마이크로스트립 패치에 90° 위상차를 가진 두 급전선을 직교방향으로 구성하면 두 직교모드가 발생하여 원편파가 만들어진다. 이 같은 직교급전 방식을 포함한 대부분의 마이크로스트립 안테나는 완전한 원편파 특성을 얻을 수 없으며 중심 주파수에서 멀어질수록 타원편파에 가까운 특성을 얻는다<sup>[10]</sup>. 그러므로 본 논문에서는 이와 같은 특성을 개선하기 위해서 그림 3에서 도시한 순차배열 기술을 이용하였다. 4개의 사각형 마이크로스트립 패치 A와 B, C와 D를 서로 반대방향으로 구성하나 급전선 Z4에서 90° 위상차를 만들어주기 때문에 상호 동위상으로 설계할 수 있다.

최소 29 dBi 이상의 이득특성을 가진 좌원편파 안테나를 위해서 순차배열 방식으로 16×16어레이 안테나를 설계하였다. 안테나 설계에서 사용된 유전체 기판은 비유전율  $\epsilon_r=3.8$ , 기판의 두께  $h=0.032$  mm

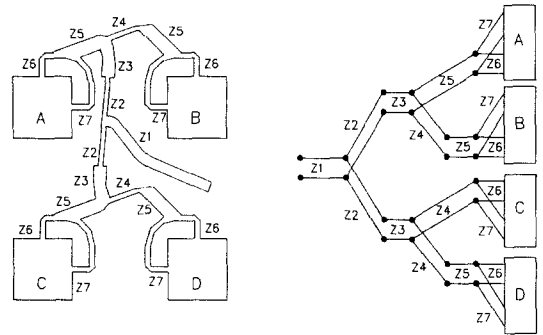


그림 3. 2×2 어레이 안테나. (a) 순차배열, (b) 등가 회로

Fig. 3. 2×2 array antenna. (a) sequential arrangement, (b) equivalent circuit.

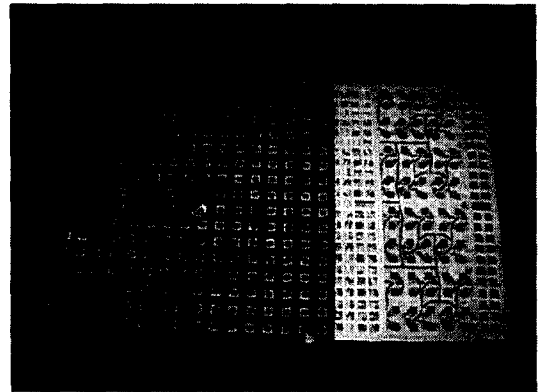


그림 4. 제작된 16×16 어레이 안테나의 구조

Fig. 4. Structure of fabricated 16×16 array antenna.

손실 탄젠트  $\tan \delta=0.009$ 인 박막기판이다. 설계된 안테나는 접지면과 마이크로스트립 패치 안테나가 구성된 기판( $h1$ ) 및 슬롯과 기생소자가 구성된 기판( $h2$ ) 사이에는 각각 일정한 간격을 유지할 수 있도록 두께 2mm인 발포율이 일정한 고밀도 특수 발포유전체(비유전율  $\epsilon_r=1.02$ )가 적층되는 구조로 설계되었다. 발포유전체의 재질은 폴리에틸렌(polyethylene)이며 압축성형하여 foam형태로 가공된다. 아연도강판 재질로 가공된 접지면은 음각 판금가공으로 제작하여 발포유전체와 안테나가 구성된 박막기판들을 쉽게 적층시킬 수 있는 구조로 설계되었으며 가장 상층의 박막기판과 접지면은 다시 접착테이프를 이용하여 기판의 평탄도를 유지할 수 있도록 접촉시켰

다.

그림 4에서 제작된 안테나를 도시하였다. 제작된 안테나는 16×16 어레이로 구성된 38cm의 정사각형 안테나이다.

### 3-2 도파관 급전구조의 설계

안테나의 최종 출력단에 대한 급전구조는 전송손실, 광대역 정합특성 그리고 상용화된 LNB와의 호환성을 고려할 때 마이크로스트립-도파관 변환(microstrip-waveguide transition)구조가 필수적이다. 즉 마이크로스트립 안테나의 급전선으로부터 복사되는 필드를 LNB의 WR-75 구형도파관 내에 급전 probe에서 커플링시키는 구조이다. 마이크로스트립 선로와 같이 도파관에서도 선로를 굽히는 불연속 지점에서는 반사파가 발생하게 된다. 이를 상쇄시키는 방법은 식 (1)과 같이 불연속 지점간의 평균길이  $L$ 을  $\lambda_g/4$ 의 기수배가 되도록 설계를 하는 것이다 [11].

$$L = (2n + 1) \frac{\lambda_g}{4} \quad (1)$$

여기서  $n=0, 1, 2, 3, \dots$  이고,  $\lambda_g$ 는 관내 파장이다. 즉 평균길이  $L$ 이 1/4파장의 기수배이면 어느 주파수에서 공진이 발생하여 도파관 단면의 양끝으로부터의 반사파는 완전히 상쇄된다.

그림 5에서 제작된 WR-75 구형도파관 E-plane코너가 도시되었다. WR-75 구형도파관 E-plane코너의 상세한 구조해석은 HFSS<sup>[12]</sup>를 사용하였다.

제작된 WR-75 E-plane코너의 재질은 알루미늄이며 도파관 내경치수는 19.05×9.525 mm이다. 금속표면의 평탄도 및 직각부분의 정밀도를 위해서 방전가공으로 제작하였다. 기구적인 크기는 LNB의 크기를 고려하여 높이가 30.5 mm로 설계하였으며 접지면과 LNB와의 체결이 용이하도록 구형도파관의 종단에 프랜지(flange) 구조로 설계하였다. 그림 6에서 측정된 결과를 도시하였다.

WR-75의 도파관 사용 주파수 대역인 10~15 GHz 전대역에서 삽입손실이 0.5 dB 이하, 반사손실이 -13 dB 이하인 좋은 특성을 나타냈다.

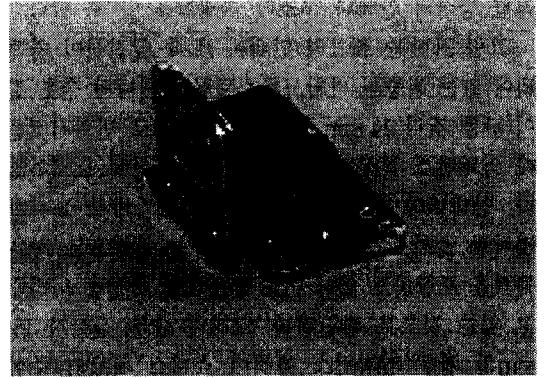


그림 5. WR-75 구형도파관 E-plane코너  
Fig. 5. WR-75 rectangular waveguide E-plane corner.

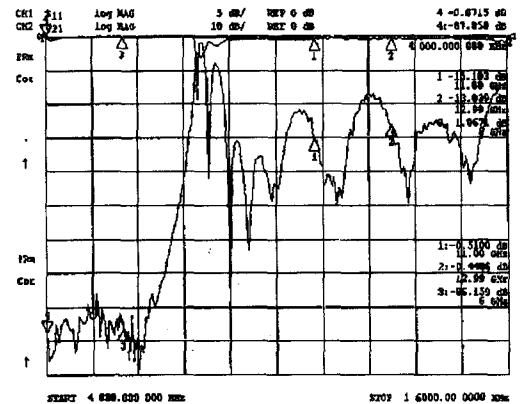


그림 6. WR-75 구형도파관 E-plane코너의 측정결과  
Fig. 6. Measured results of WR-75 rectangular waveguide E-plane corner.

### 3-3 제작된 안테나의 특성

제작된 안테나의 이득은 무궁화 위성방송의 중심 주파수인 11.85 GHz에서 31.9 dBi로 최고치를 나타냈으며, 위성방송 수신 전대역 내에서 안테나의 설계 목표치보다는 훨씬 높은 30.5~31.9 dBi의 고이득 특성을 나타냈다. 그림 7에서 제작된 안테나의 이득 특성을 도시하였다.

위성방송 수신용 안테나의 중요 파라미터 가운데 안테나의 복사특성을 무시할 수 없다. 특히 세계 각국에서 자국의 위성을 경쟁적으로 발사하여 전파 월경의 문제가 심각한 현실에 직면한 현재의 상황하에

서는 특히 중요할 것으로 생각된다. 그러므로 안테나의 전력반치폭은 우리나라와 인접한 국가의 위성 위치를 고려할 때 최소 5~6° 이하는 필수적이라고 예상된다. 마이크로스트립 어레이 안테나는 파라볼릭 안테나의 특성과는 상이하므로 전력반치폭과 사이드로브 레벨의 특성을 서로 적절하게 타협점을 찾아 설계목표를 설정할 필요가 있다. 그림 8에서 본 논문에서 제작된 안테나의 복사패턴을 도시하였다.

위성방송 중심주파수인 11.85 GHz에서 측정된 E-plane 및 H-plane의 복사패턴 측정결과는 전력반치폭이 4.6°로 각각 동일한 특성을 나타냈으며

E-plane 복사패턴에서의 사이드로브는 -24 dB이며 H-plane 복사패턴의 사이드로브는 -20 dB이다. 이 결과는 일반적인 구조의 적층된 마이크로스트립 안테나의 사이드로브 특성과 비교할 때<sup>[5]</sup> 상당히 우수한 특성임을 확인할 수 있다.

그림 9에서 제작된 안테나의 임피던스 특성을 도시하였다. 그림 2(b)에 나타난 단일소자 안테나의 임피던스 특성과는 비교할 수 없을 정도로 임피던스가 50 Ω이 되는 지점을 중심으로 큰 원형계적을 만들고 있어 넓은 대역에서 좋은 특성을 지닌 것으로 평가된다. 이것을 전압정재파비로 환산하면 무궁화

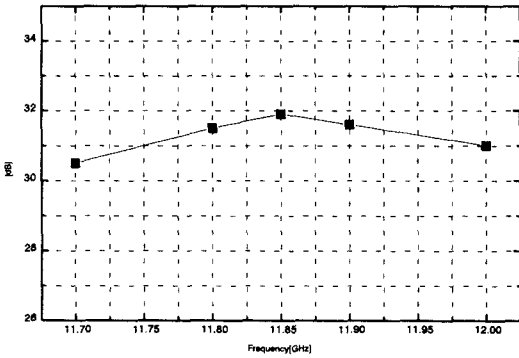


그림 7. 측정된 이득  
Fig. 7. Measured gain.

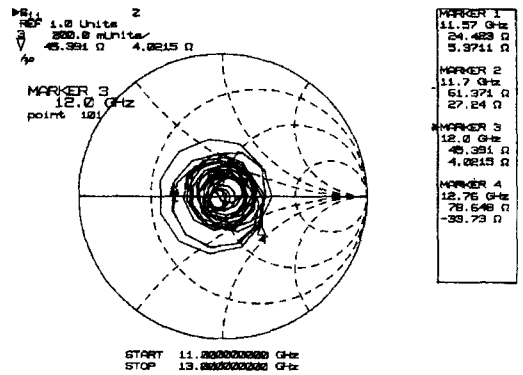
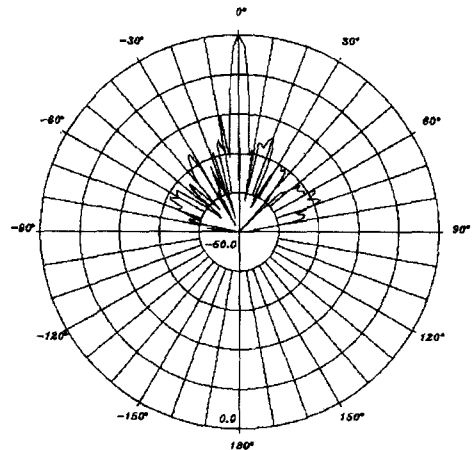
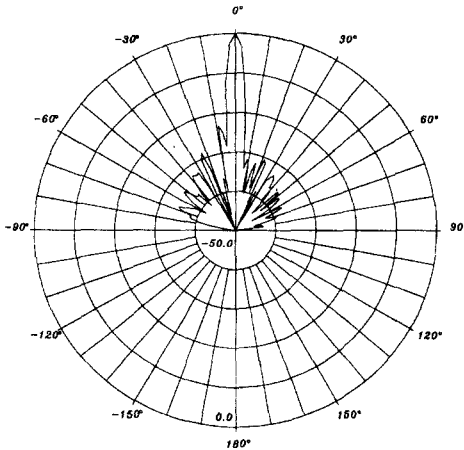


그림 9. 측정된 안테나의 임피던스 특성(스미스 차트)  
Fig. 9. Measured impedance of antenna(Smith Chart).

Polar plot



(a) (b)  
그림 8. 측정된 복사패턴. (a) E-plane, (b) H-plane

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

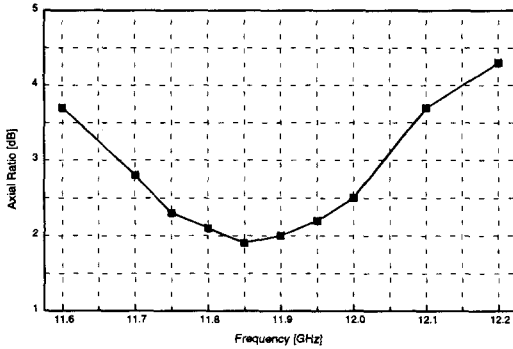


그림 10. 측정된 축비

Fig. 10. Measured axial ratio.

위성에서 사용되는 전주파수대역에서 1.5이하임을 알 수 있다.

무궁화 위성은 좌원편파를 사용하므로 제작된 안테나의 축비를 측정하면 원편파 특성을 알 수 있다. 정확한 축비 특성을 측정하기 위해서는 안테나의 편파 평면상에 수직, 45°, 수평, 135° 등의 4개의 직선 성분을 OEG(Open Ended Waveguide)안테나로 회전하면서 축비를 측정하였다. 그림 10에 도시한 축비 측정결과에서 무궁화 위성의 전주파수대역에서 3dB 이하의 원편파율이 좋은 안테나 특성을 나타냈다.

### 3-4 무궁화 위성의 C/N비 측정결과

안테나에서 출력된 반송파 대 잡음의 비 즉 C/N(Carrier to Noise)비는 위성방송의 수신품질을 평

가하는 척도가 된다. C/N비를 구하는 계산식은 식 (2)로 구할 수 있다<sup>[13]</sup>.

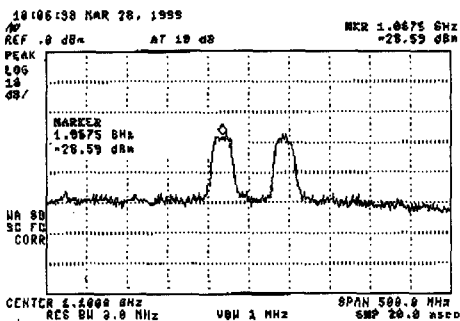
$$C/N = \frac{EIRP \cdot L_f \cdot R \cdot \alpha \cdot G_a \cdot N_u}{K \cdot B \cdot [aT_a + (1-a)T_0 + (N/F-1)T_0]} \quad (2)$$

여기서 EIRP는 유효 등방성 복사전력,  $L_f$ 는 자유 공간손실,  $R$ 는 강우감쇠,  $\alpha$ 는 총커플링 손실,  $G_a$ 는 수신 안테나의 이득,  $N_u$ 는 상향회선 C/N에 의한 수신 C/N의 열화,  $K$ 는 볼츠만 상수,  $B$ 는 수신기의 채널 대역폭,  $T_a$ 는 안테나 잡음온도,  $T_0$ 는 290°K 기준온도,  $N/F$ 는 LNB의 잡음지수를 나타낸다.

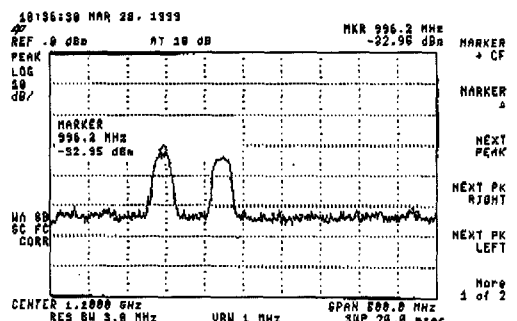
그림 11에서 본 논문에서 제시한 급전선이 차폐되어 있는 적층된 마이크로스트립 안테나에 LNB를 부착하고 45cm offset 파라볼릭 안테나(국내 H사 제품)와 동시에 무궁화 위성의 반송파신호를 수신한 결과를 도시하였다.

측정된 반송파신호의 스펙트럼은 위성방송 2채널 및 4채널 트랜스폰더에서 송신된 반송파신호의 스펙트럼으로 1999년 3월 28일 오전 10시경 서울에서 수신한 것이다. 제작된 안테나에 부착한 LNB는  $N/F=0.7$  dB, 변환 이득=55dB typical, 이득 평탄도=3dBp-p, 국부발진기 안정도= $\pm 1.0$  MHz 규격을 가진 상용모델이다.

우리나라의 EIRP가 59.6 dBW라고 가정하면 맑은날 기준 C/N비 계산결과는 17.23 dB이나 C/N비 측정치는 약 19 dB로 나타났다. 여기에서 계산치와 측정치와의 차이가 발생됨은 EIRP를 59.6 dBW로



(a)



(b)

그림 11. 무궁화 위성의 반송파 신호 수신. (a) 마이크로스트립 안테나, (b) 45cm offset 파라볼릭 안테나  
Fig. 11. Measured carrier signal of Koreasat. (a) microstrip antenna, (b) 45cm offset parabolic antenna.

가정한 값으로, 우리나라의 울릉도 및 제주도를 포함한 EOC(End Of Coverage)를 기준한 값으로 계산했기 때문이다. 실제 서울지역의 EIRP는 약 63 dBW의 강전계 지역으로 예상된다. C/N비 측정치인 19 dB는 CCIR의 5단계 화질평가 기준<sup>[14]</sup>에서 Grade 5에 근접한 수준이며 수신상태가 스파클 잡음이 전혀 없는 우수한 등급으로 분류될 수 있다.

실험결과를 통하여 본 논문에서 연구된 안테나가 45 cm offset 파라볼릭 안테나와 동등한 C/N비가 수신되는 것을 확인할 수 있었다. 45 cm offset 파라볼릭 안테나를 계산치로 비교한다면, 본 연구의 안테나에 비해서 C/N비가 약 1 dB가 높아야 한다. 그러나 그림 11에 나타난 결과로는 거의 동일한 결과를 나타낸 것으로 볼 때, offset 파라볼릭 안테나의 반사판과 급전구조가 기구적으로 최적 상태로 정렬되지 않았거나 잡음지수가 높은 LNB를 사용한 것으로 추정된다. 또한 그림 11에서 나타난 본 논문의 안테나와 offset 파라볼릭 안테나의 C/N비 측정결과에서 수신된 채널 주파수의 불일치는 각 안테나에서 사용된 LNB 제1극부발전주파수의 차이이다.

그림 12에서 C/N비 측정을 위한 장비구성을 도시하였다. 정확한 C/N비 측정을 위해서 측정하는 채널의 중심 주파수에서 17 MHz씩 떨어진 상하 주파수에서 2 MHz간격으로 4지점씩 총 8지점을 측정하여 평균값을 계산하고 스펙트럼 분석기 자체의 보정값을 고려하여 산출하였다.

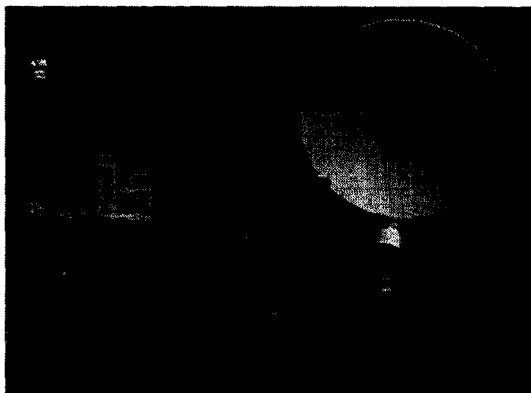


그림 12. C/N비 측정 시스템 구성  
Fig. 12. Configuration of C/N ratio measurement system.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 우리나라의 위성방송 수신규격에 적합한 평면형 마이크로스트립 안테나의 설계 및 제작을 연구하였다. 연구된 안테나로 국내 위성방송 수신용 안테나로의 이용 가능성을 제시 및 고찰하였다.

일반적인 구조의 적층된 마이크로스트립 안테나의 구조를 개선하여 급전선에서 발생하는 전송손실과 불요복사, 급전선과 복사소자와의 상호 커플링 등과 같은 여러 요인들을 최소화할 수 있도록 급전선이 차폐되어 있는 적층된 마이크로스트립 안테나를 설계하였다. 안테나의 최종급전은 마이크로스트립-도파관 변환구조로 설계하여 상용화된 LNB와도 호환성이 있도록 설계하였다. 또한 사각형 패치에 직교 급전방식에 의한 원편파용 복사소자를 순차배열로 설계하여 위성방송 수신 전대역에서 3 dB 이하의 측비 특성을 얻었다.

제작된 안테나의 C/N비 측정에서 19 dB를 확인함에 따라 국내에서 월평균 99.9 % 시간을 동안에는 강우감쇠에 관계없이 좋은 품질의 위성방송 수신이 가능할 것으로 예상된다. 그러므로 우리나라와 같은 대출력 트랜스폰더를 탑재한 직접방송위성 수신용 안테나로의 충분한 가치가 있는 것으로 평가된다.

향후 우리나라에서도 본격적인 위성시대가 열리면 본 논문에서 연구된 안테나의 수요와 관심도 폭발적으로 신장될 것으로 확신한다. 지금까지의 연구 결과를 토대로, 앞으로 연구할 과제는 이동체에서도 위성방송을 수신할 수 있는 빔 추적방식의 평면형 안테나로 연구범위를 확장하는 일이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 김희찬, 권영완, 무궁화 위성을 이용한 Ka-밴드에서의 광대역 가입자망 서비스, 전자공학회지, 제26권 제5호, pp. 514-522, 1999. 5월.
- [2] 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.
- [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] J. Hirokawa, M. Ando and N. Goto, "Waveguide  $\pi$ -junction with an inductive post," *IEICE Trans. Electronics*, vol. 75, pp. 348-351, 1992.
- [5] 전주성, 이윤현, DBS수신용 적층된 마이크로 스트립 안테나 설계, 한국전자과학기술논문지 제 10권 제4호, pp. 618-626, 1999. 8월.
- [6] K. Hirasawa and M. Haneishi, *Analysis, Design, and Measurement of Small and Low-Profile Antennas*, Artech House, pp. 89-129, 1992.
- [7] R. A. Sainati, *CAD of Microstrip Antennas for Wireless Applications*, Artech House, pp. 150-158, 1996.
- [8] Ensemble 4.0, Boulder Microwave Technologies, Inc., 1996.
- [9] K. F. Lee and W. Chen, *Advanced in Microstrip and Printed Antennas*, John Wiley & Sons, Inc., pp. 42-50, 1997.
- [10] J. F. Zurcher and F. E. Gardiol, *Broadband Patch Antennas*, Artech House, pp. 124-125, 1995.
- [11] S. Y. Liao, *Microwave Devices and Circuits*, Prentice-Hall, pp. 142-143, 1991.
- [12] HFSS(High Frequency Structure Simulator) 5.0, Hewlett-Packard, 1997.
- [13] 衛星放送の受信入門, NHK, 日本放送出版協會.
- [14] Reports of the CCIR(International Radio Consultative Committee), ITU, vol. 11, 1990.
- [7] R. A. Sainati, *CAD of Microstrip Antennas*

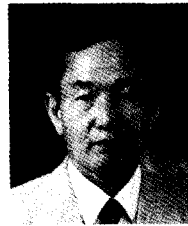
### 전 주 성



1999년 8월: 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과(공학박사)  
 1988년~1995년: LG전자 중앙연구소 선임연구원  
 1995년~1996년: KETI 고주파연구실 선임연구원  
 1996년~현재: 한솔엠닷컴(주) 정보통신연구소 차장

[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 항공통신정보공학과 교수

[주 관심분야] 안테나 및 전파전파, 마이크로파 회로설계, 광통신 및 광소자