

위성방송 수신용 배열안테나에 관한 연구

A Study on the Array Antenna for Satellite Broadcasting Receiver

신용주 · 강기조 · 이학용 · 김종규* · 김종현 · 이종철 · 김남영 · 박면주 · 이병제

Yong-Joo Shin · Ki-Cho Kang · Hak-Yong Lee · Jong-Ku Kim*

Jong-Heun Kim · Jong-Chul Lee · Nam-Young Kim · Myun-Joo Park · Byungje Lee

요 약

본 논문에서는 무궁화 3호 위성방송을 수신하기 위한 3 종류의 배열 안테나가 제작되었다. 먼저 무궁화 3호 위성을 수신하기 위한 설계규격을 결정하였다. 두 번째로 위성 수신을 위한 다양한 종류의 안테나 중 radial waveguide의 특성을 이용한 안테나의 특성과 장점을 알아보았다. 세 번째로 3 종류의 안테나의 설계 방법을 연구하고, 각각의 특성을 고찰한 다음 설계규격을 만족하는 안테나를 제작, 측정하였다. 마지막으로 기존 parabola 안테나와 마이크로스트립 배열 안테나와 비교하여 제한된 크기에서 최대의 이득과 효율을 나타내는 안테나에 대해 결론을 내렸다.

Abstract

Three types of array antennas are developed for broadcasting band of Koreasat III. First, the specification of the array antenna is decided. Second, characteristics and advantages of three types of antennas using the radial waveguide characteristics is investigated and discussed. Third, design method for those antenna is studied to meet antenna specifications, and then antennas are designed and tested. Finally, it is concluded that these types of antennas can be efficiently design compared to both parabola antennas and microstrip array within the limited size.

Key words : Satellite Receiver, Radial Waveguide, Array Antenna

I. 서 론

위성방송은 위성으로부터 전파를 직접 수신하기 때문에 화상이 깨끗하며 지형에 관계없이 명료한 영상을 얻을 수 있다. 이러한 위성 방송을 효과적으로 수신하기 위해서는 높은 이득과 편파특성을 갖는 고성능의 안테나가 필요하다. 이러한 성능을 충족하기 위하여 parabola 안테나가 사용되어 왔으나 부피가 크고, 무거우며, 눈, 비, 바람 등 기상에게 영향을 받는 등 여러 가지 단점을 가지고 있다. 최근 이에 대한 대안으로 개발된 것이 작고, 가벼운

마이크로스트립 배열 안테나이다^[1]. 그러나 여러 층의 기판 또는 필름을 사용하는 마이크로스트립 배열 급전구조로 인한 유전체 손실과 급전선이 길어짐에 따라 발생하는 급전선 손실, 표면파 손실, 임피던스 변환회로의 반사 손실 등 예기치 못했던 많은 손실 등이 발생하였다^[2]. 이것은 바로 높은 이득 손실의 원인이 된다. radial waveguide을 사용하면 배열 급전이 공기를 매질로 하는 도파관을 통해서 급전되므로 위에서 언급한 유전체 손실, 급전선 손실 등 안테나 배열에 따른 손실을 현저히 줄일 수 있게 된다. 본 논문에서는 이러한 radial waveguide를 이

광운대학교 RFIC 연구 및 교육센터(RFIC Research and Education Center, Kwangwoon University)

*전자부품연구원 무선회로연구센터(Wireless Communication Center, KETI)

· 논문 번호 : 20021120-160

· 수정완료일자 : 2003년 6월 1일

표 1. 무궁화 3호 위성의 기술 특성
Table 1. Technical characteristic of Koreasat III.

주파수대역	11.7~12.7 GHz
EIRP	59.4 dBW
편파	LHCP
Bit rate	42.6 Mbps
채널 대역폭	27 MHz
E_b/N_0	9.1 dB 이상
자유공간손실	205.6 dB
종합잡음온도	100 K
안테나 이득	27 dBic

용하여 각각 slot, helical, patch 형태의 안테나를 배열함으로써 무궁화 3호 위성을 수신하기 위한 설계 규격을 만족하는 안테나를 설계, 제작하여 각각의 설계방법과 결과를 비교하였다.

II. 본 론

2-1 위성방송수신을 위한 설계규격

표 1에서 주어진 기술특성에 의해 각각의 위성을 수신하기 위한 최소한의 C/N dB를 구하면

$$C/N = E_b/N_0 + 10 \log R - 10 \log B \quad (1)$$

여기서 R 은 bit rate이고 B 는 채널 대역폭으로 QPSK의 변조방식에서는 최소 11 dB 이상이 되어야 한다. 이때의 수신안테나의 최소이득은

$$G_r(dB) = C/N(dB) - EIRP(dBW) + FSL(dB) + 10 \log T_{sys} + 10 \log B + 10 \log k \quad (2)$$

여기서 T_{sys} 는 종합잡음온도이고 k 는 볼츠만 상수로써 $10 \log k = -228.60 \text{ dBW/Hz} \cdot K$ 이므로 계산하면 아래와 같은 결과를 얻을 수 있다^[3].

식 (1), (2)를 위성의 기술특성에 맞게 계산하고 기상에 의한 margin(4 dB)을 고려하여 안정적으로 서울지역에서 무궁화 3호를 통해 위성방송을 수신하기 위해서는 안테나의 이득이 27 dBic 이상을 만족하여야 한다.

2-2 Radial waveguide의 특성 및 장점

그림 1과 같이 두 개의 평행한 금속판 사이에 line

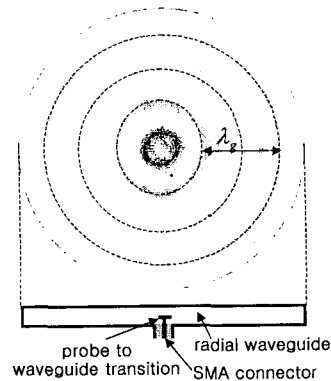


그림 1. Radial waveguide의 평면도
Fig. 1. Plane drawing of radial waveguide.

source가 인가되었을 경우 중앙으로부터 전자파가 TEM(transverse electromagnetic) 모드로 전파 진행 방향이 바깥쪽으로 전파되게 된다. 이때 전계는 수직성분만을 갖고 있으며 중심으로부터 같은 거리에 위치하는 ϕ 방향에 대해서는 같은 진폭과 위상을 갖게 된다. 그러나 ρ 방향에 대해서는 중심으로부터 거리에 따라 진폭과 위상이 변하게 된다. 즉 원형 도파관의 중심에 수직 성분의 전계가 인가되면 도파관의 중심으로부터 TEM wave가 형성되면서 바깥쪽으로 전자파가 진행하게 된다^[4].

다음으로 표 2에서와 같이 높은 이득을 얻기 위한 microstrip 배열안테나는 급전선에서 많은 손실이 발생된다^[2].

따라서 30 dB 이상의 고이득을 필요로 하는 시스템에 적용하는데 많은 손실이 따르게 된다. radial waveguide에서는 유전체 기판을 이용한 마이크로스트립이 아니라 공기를 매질로 하는 도파관을 통하여 전력이 전달되기 때문에 유전체 손실, 저항성 손실 등이 최소화된다. 뿐만 아니라 공기를 매질로 하

표 2. 배열 개수에 따른 배열 안테나 이득
Table 2. Array antenna gain as array number.

배열개수	16	64	144	256	1024
크기(cm ²)	100	400	900	1600	6400
Gain without feed network	20.9	27	30	33	39.2
Gain with feed network	19.5	25	27.5	30	34.5
Total loss	1.4	2	2.5	3	4.7

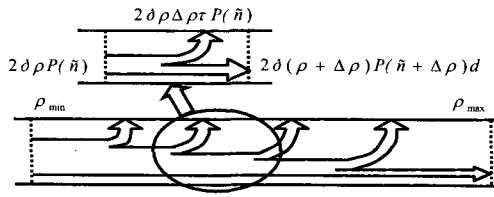


그림 2. 내부 도파관의 근사 모델
Fig. 2. Approximation model of inner waveguide.

는 도파관의 특성을 이용하여 고출력 시스템의 안테나에도 적용할 수 있게 된다. 그러나 병렬 급전시 급전선의 길이만 동일하게 해주면 동일 전력과 동일 위상을 각각의 단일 안테나에 급전할 수 있는 microstrip 배열과는 다르게 radial waveguide를 이용한 급전시에는 중심으로부터의 거리에 따라 진폭과 위상이 다르기 때문에 각각의 단일 안테나에 동일 전력과 동일 위상이 인가되도록 조절해 줘야 한다. 이것은 마이크로스트립 배열 급전에서 흔히 볼 수 있는 병렬급전과는 다른 형태로써 일종의 직렬 급전형태의 sequential rotation 이론을 적용할 수 있게 된다.

그림 2와 같이 radial waveguide에서 전자파의 근사모델을 가정할 수 있다. 여러 개의 단일 안테나를 통하여 전력의 일정량이 결합되고 남은 양은 도파관을 따라 진행하게 된다. 각각의 단일 안테나의 결합량이 일정하도록 하기 위하여 중심으로부터 거리에 따라 결합량을 조절해야 한다. 이것을 수식으로 나타내면

$$2\pi\rho P(\rho)d - 2\pi(\rho + \Delta\rho)P(\rho + \Delta\rho)d = 2\pi\rho\Delta\rho\tau P(\rho) \quad (3)$$

여기서 ρ 는 중심으로부터 거리, $P(\rho)$ 는 ρ 위치에서의 내부전력밀도, τ 는 내부전력이 slot에 대하여 결합하는 비율, d 는 도파관의 높이이다. $\tau/2d$ 를 결합계수 α 로 정의하고 $\Delta\rho \rightarrow 0$ 이면

$$\frac{d}{d\rho} [\rho P(\rho)] = -2\alpha(\rho)\rho P(\rho) \quad (4)$$

여기서 개구 전력 밀도 분포를 일정하다고 가정하면

$$U(\rho) \propto \alpha(\rho)P(\rho) = P_0(\text{constant}) \quad (5)$$

이것을 식 (4)에 대입하면

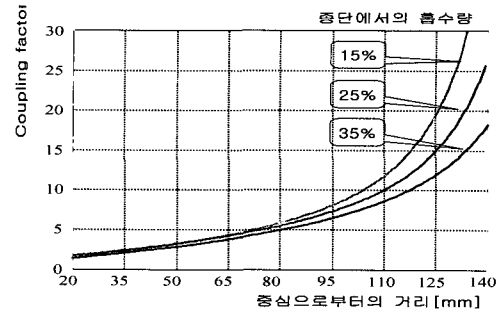


그림 3. 일정개구분포를 위한 결합계수의 변화
Fig. 3. Coupling factor variation for uniform field distribution.

$$\frac{d}{d\rho} [\rho P(\rho)] = -2\alpha(\rho)\rho P(\rho) = -2P_0\rho \quad (6)$$

일정개구분포를 위한 결합계수 α 를 구하면

$$\alpha(\rho) = \frac{\rho}{(K - \rho^2)}, \quad K = \frac{\rho_{\max}^2 - t\rho_{\min}^2}{1 - t} \quad (7)$$

여기서 t 는 slot에 의해 결합되지 못하고 도파관의 종단에서의 손실량이다. 식 (7)을 그래프로 나타내면 그림 3과 같은 결과를 얻을 수 있다. 이때 도파관의 크기와 단일 안테나에 의해 결합되지 못하고 도파관의 종단에서 흡수되는 양을 결정할 수 있다. 또한 각각의 단일 안테나가 동위상이 되도록 조절해야 한다. 각각의 단일 안테나는 순차적으로 회전되게 놓여지고 회전량 만큼의 위상차를 갖도록 놓여져야 한다.

정리하면 각각의 단일 안테나가 서로 합성이 되도록 단일 안테나에 결합되는 진폭과 위상이 모두 동일하도록 설계하는 것이다. 따라서 중심으로부터의 거리에 따른 단일 안테나에 결합되는 진폭과 위상을 조절하는 것이 필요하다.

2-3 RLHA(Radial Line Helical Array) 안테나

그림 4는 RLHA 안테나의 정면도로써 radial 도파관을 이용하여 급전하였다. 단일 안테나는 LHCP axial mode로 동작하도록 하기 위하여 $\alpha=4^\circ$ 의 피치각과 한 턴의 길이가 25 mm($1 \lambda_0$), 턴당 간격은 1.5 mm($0.06 \lambda_0$), 3turn으로 설계하였다. 이때 단일 안테나의 이득은 12 GHz에서 7 dBic로 측정되었다. 또한 도파관과 헬리컬 사이의 결합은 헬리컬의 결합편

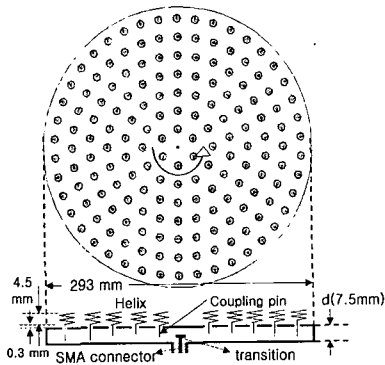


그림 4. RLHA 안테나의 정면도
Fig. 4. Front view of RLHA antenna.

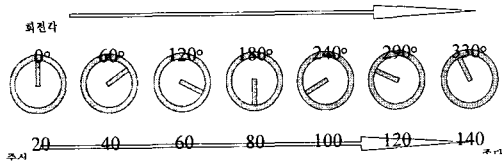


그림 5. 헬리컬 안테나의 회전 방향
Fig. 5. Rotation direction of the helical antenna.

에 의해 전자파가 결합되도록 하였고 헬리컬 사이의 간격은 원형 평면 배열 팩터를 고려하여 $0.8\lambda_0$ (20 mm)로 결정하였다. 그러나 $0.8\lambda_0$ 의 배열 간격은 radial 도파관에서의 λ_g 와 동일하지 않기 때문에 각각의 helical은 동위상으로 방사되지 않게 된다. 따라서 RLHA에서는 헬리컬의 회전을 통하여 동위상이 되도록 설계한다. sequential rotation 방법에 의해 중심으로부터 거리에 따른 위상의 변화에 따라 그림 5와 같이 helical을 회전함으로써 전체 배열 안테나가 동위상이 되도록 구할 수 있다^[6].

그림 5에서 n 번째 동심원에 위치한 헬리컬과 $n+1$ 번째 동심원에 위치한 헬리컬의 회전각의 차이가 거리에 따라 다르다. 이론상 $0.8\lambda_0$ 의 간격이므로 회

표 3. 회전각의 변화에 따른 배열 안테나 이득
Table 3. Array antenna gain as variation of rotation angle.(@12 GHz, unit : angle)

거리(mm)	20	40	60	80	100	120	140	측정이득
이론상	0	72	144	216	288	360	432	20.5 dB
Simulation	0	68	135	205	275	344	415	23 dB
제작 #1	0	60	120	180	240	300	360	26.5 dB
제작 #2	0	60	120	180	240	290	330	30.8 dB

전각의 차이는 72° 로 동일해야 하나 도파관 종단 반사에 의한 영향과 단일 안테나의 결합에 의해 회전각의 차이를 고려해야 한다.

표 3은 동위상을 구하기 위해 각각의 방법을 통해 얻은 회전각의 차이와 이것을 제작된 안테나에 적용하여 측정된 이득이다. simulation과 이론적으로 구한 동위상이 되기 위한 조건을 적용하였을 경우 바깥쪽에 위치한 안테나들은 동위상으로 방사되지 못하게 되어 오히려 배열 안테나의 이득을 줄어드는 현상이 나타났다. 그래서 제작 #1에서는 중심 동심원상에 위치한 헬리컬을 기준으로 다음 바깥쪽 동심원상에 위치한 헬리컬의 회전각을 조절하면서 측정된 이득을 통해 동위상을 맞출 수 있었다. 이러한 방식으로 했을 경우 제작 #2와 같은 회전각의 차이를 구할 수 있었다. 제작 #1과 제작 #2의 차이점은 종단의 반사의 영향을 고려한 경우와 고려하지 않은 경우의 회전각의 차이와 안테나 이득의 차이를 알 수 있었다. 6번째와 7번째 동심원상에 위치한 헬리컬의 회전각의 차이를 보정해줌으로써 도파관 종단의 반사에 의한 이득 감소의 영향도 줄일 수 있게 된다.

다음으로 동일 진폭으로 방사되게 하기 위하여 결합핀의 길이를 조절해야 한다. 이때 중심으로부터 거리가 증가함에 따라 단일 안테나에 의한 결합량은 감소하지만 같은 거리의 동심원상에 위치하는 단일 안테나의 수가 증가하므로 이 안테나들에 의한 동심원상에서의 전체 결합량은 증가하게 된다. 그림 3에 의해 반경 146.5 mm에서의 일정개구분포를 위한 결합계수를 결정하고 거리에 따른 배열 개수와 결합핀의 길이에 따른 결합량을 simulation과

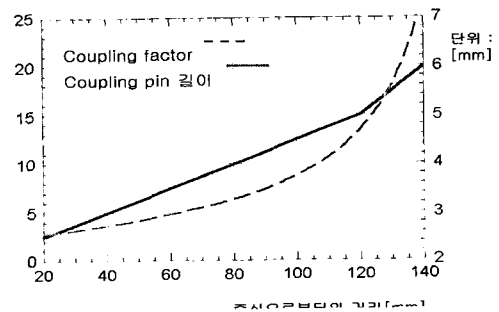


그림 6. 결합계수와 결합핀의 설계
Fig. 6. Coupling factor & coupling pin design.

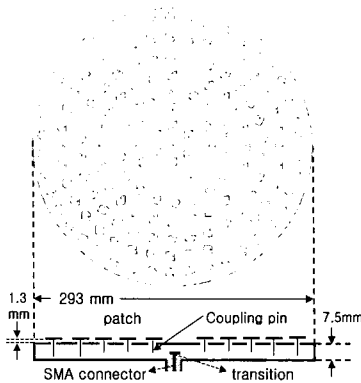


그림 7. RLPA 안테나의 정면도
Fig. 7. Front drawing of RLPA.

제작을 통해 구해서 결합편의 길이를 그림 6과 같이 결정할 수 있다.

2-4 RLPA(Radial Line Patch Array) 안테나

그림 7은 앞에서 설명한 RLHA 안테나를 응용한 RLPA 안테나이다. Helical 안테나가 높이에 따른 유효 부피에 의해 이득이 결정되므로 높은 이득을 얻기 위해서는 turn 수를 증가시켜야 하지만 전체 안테나 높이가 증가하는 단점이 발생한다. 또한 helical이 3차원 구조를 사용하므로 외부의 충격에 특성이 쉽게 변할 수 있게 되므로 이러한 점을 보완하고자 방사되는 부분이 2차원 구조인 패치를 단일 안테나로 제안하였다. 12 GHz에서 동작하도록 패치의 길이는 $\lambda_g/2$ 보다 약간 작은 10×10 mm이며 LHCP가 방사되도록 하는 여러 방법 중에서 패치의 대각선 모서리 두 부분을 2.3 mm씩 삼각형모양으로 제거하여 AR(Axial Ratio)가 3 dB 이하가 되도록 설계하였다. 또한 이득을 높이고 임피던스 매칭을 위하여 패치 안테나와 상측 도파관 사이에 높이 1.3 mm의 form을 사용하였다. 단일 안테나의 측정된 이득은 7 dBi로써 단일 patch 안테나를 지름 293 mm에 배열하였다. 도파관과 단일 안테나 사이의 결합은 헬리컬과 같이 결합편에 의해 전자파가 결합되도록 하였고 단일 안테나 사이의 간격은 원형 평면 배열 factor를 고려하여 $0.8 \lambda_0$ (20 mm)로 결정하였다¹⁷⁾. 그러나 RLHA 안테나에서와 같이 $0.8 \lambda_0$ 의 배열 간격과 radial 도파관 내부에서의 λ_g 가 서로 동일하지 않기 때문에 각각의 patch로의 결합되

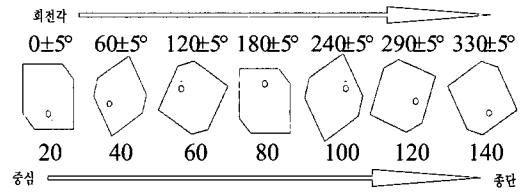


그림 8. 패치 안테나의 회전 방향
Fig. 8. Rotation direction of the patch antenna.

는 위상은 동위상이 되지 못한다.

그림 8은 앞에서 설명한 RLHA 안테나와 비슷하게 중심으로부터 거리에 따라 변화된 위상값을 고려하여 그 만큼의 위상에 해당되는 양만큼 회전함으로써 동위상이 결합되도록 설계하였다. RLHA 안테나와 다른 점은 급전점이 헬리컬에서는 안테나의 중심에 존재함으로써 회전하더라도 급전점은 중심에 존재한다. 그러나 RLPA 안테나에서는 급전점이 patch의 중심에 존재하지 않기 때문에 안테나 사이의 간격이 일정하지 못하게 된다. 따라서 RLPA 안테나를 제작시에 이것을 고려하여 그림 8에서와 같이 같은 동심원상에 위치한 안테나라도 최대 10°의 편차를 두고 제작해야 한다. 편차를 두지 않고 RLHA 안테나에서와 같이 제작할 경우 최대 27 dB 까지 밖에 얻을 수 없었다. 그러나 배열 간격이 $0.8 \lambda_0$ 가 되도록 편차를 고려하여 제작할 경우 29.5 dB 까지 얻을 수 있었다. 이러한 편차에 의한 영향을 무시할 수 없을 만큼 크다는 것과 설계시에 이 편차를 고려해야 한다는 것을 알 수 있었다.

다음으로 patch에 동일 진폭이 결합되도록 하기 위하여 RLHA 안테나에서의 설계를 적용하여 그림 6의 결합계수와 결합편의 그래프가 되도록 설계하였다.

2-5 제작 및 측정결과

그림 9는 RLHA 안테나 방사패턴으로 지름 293 mm 크기의 radial waveguide에 helix를 삽입하여 제작되었다. 이때의 HPBW는 4.7°, 효율은 74 %로 측정되었다.

그림 10은 RLPA 안테나 방사패턴으로 지름 293 mm 크기의 radial waveguide에 probe급전 patch를 삽입하여 제작되었다. 이때의 HPBW는 5.18°, 효율은 72 %로 측정되었다.

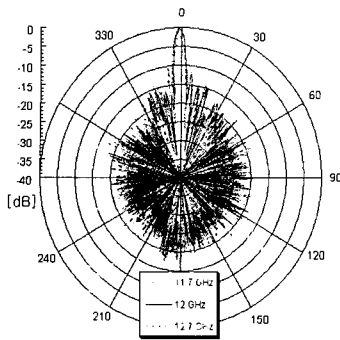


그림 9. RLHA 안테나의 방사패턴
Fig. 9. Radiation pattern of the RLHA antenna.

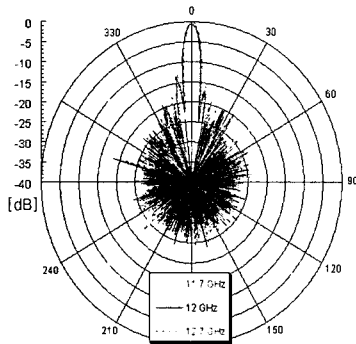


그림 10. RLPA 안테나의 방사패턴
Fig. 10. Radiation pattern of the RLPA antenna.

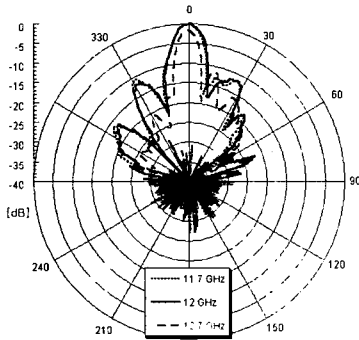


그림 11. RLSA 안테나의 방사패턴
Fig. 11. Radiation pattern of the RLSA antenna.

그림 11은 참고문헌 [5]를 토대로 지름 293 mm의 radial 도파관에 제작된 RLSA 안테나 방사패턴이다. 0.3 mm의 동판에 에칭을 통하여 제작하였고 HPBW 8.63°와 효율 70%의 결과를 얻을 수 있었다. 같은 면적에서 상대적으로 낮은 효율과 이득을 얻는다는 것을 알 수 있었다.

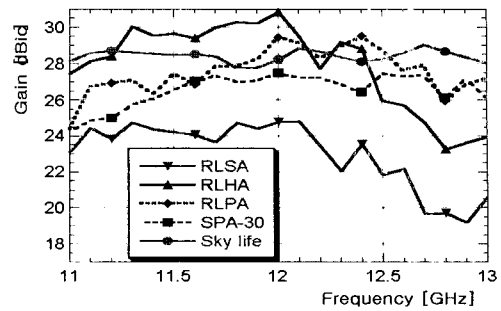


그림 12. 안테나의 측정 이득
Fig. 12. Measurement gain of the antenna.

그림 12는 지금까지 설계한 안테나와 기존 상용화된 안테나와의 이득을 측정하여 비교한 그래프이다. RLSA, RLHA, RLPA 안테나는 본 논문에서 제작하여 측정한 결과이고 SPA-30은 기존 상용화된 안테나로써 300×300 mm의 크기의 마이크로스트립 배열안테나이고 Sky life는 470×530 mm의 접시형 안테나이다. 같은 크기에서는 RLHA 안테나가 가장 높은 이득인 30.84 dBic를 얻을 수 있었지만 helical을 회전함에 의해 12 GHz를 중심으로 동위상을 형성하도록 했기 때문에 12 GHz로부터 주파수가 멀어질수록 λ_g 값이 변하게 되어 단일 안테나에 동위상이 인가되지 못하는 현상이 발생하였다. 이것은 주파수에 따른 이득의 평탄도가 불안정하다는 것을 의미한다. RLPA 안테나는 RLHA 안테나에 비해 다소 이득이 작게 나왔지만 이득 평탄도 측면에서는 더 안정적인 안테나로 평가할 수 있다. RLPA 안테나를 SPA-30 안테나와 비교시 표 2에서와 같이 배열 급전에 따른 손실이 최소화되어 RLPA 안테나가 상대적으로 더 높은 효율의 안테나임을 확인할 수 있었다. 대량생산성을 고려하였을 경우 기존 RLSA 안테나가 가장 우수하지만 성능이 뒷받침되지 못하게 되나 RLPA 안테나는 대량 생산성과 양호한 성능을 가지고 있었다. 그림 13, 14, 15는 본 논문에서 제작한 3개 안테나의 사진이다. 모두 293 mm의 방사형 도파관의 상측 원형 평판에 제작하였다. 먼저 그림 13의 RLSA 안테나는 두께 0.3 mm의 원형 평판에 slot 부분을 제거하여 제작하였고 그림 14의 RLHA 안테나는 원형평판에 구멍을 뚫고 헬리컬을 삽입하여 제작하였다. 마지막으로 그림 15의 RLPA 안테나도 RLHA 안테나와 비슷한 방식으로 구멍에

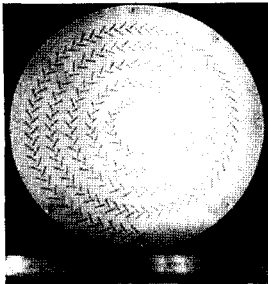


그림 13. 제작된 RLSA
Fig. 13. Fabricated RLSA.

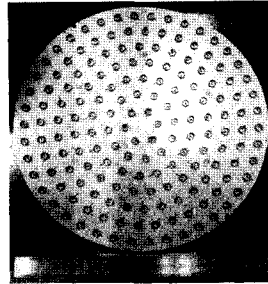


그림 14. 제작된 RLHA
Fig. 14. Fabricated RLHA.

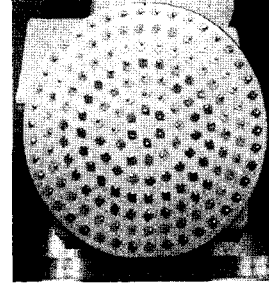


그림 15. 제작된 RLPA
Fig. 15. Fabricated RLPA.

패치를 삽입하였다.

Ⅲ. 결 론

본 논문에서는 무궁화 3호 위성을 수신하기 위한 3 종류의 안테나를 설계, 제작하였다. 각각 293 mm의 radial waveguide에 RLSA, RLHA, RLPA 안테나를 제작하여 12 GHz에서 24.79 dBic, 30.84 dBic, 29.45 dBic 이득을 얻을 수 있었다. 제작한 3 종류의 안테나를 기존 접시형 안테나와 microstrip 안테나와 비교하였을 경우 더 작은 크기에서 더 향상된 성능을 나타내었다. 대량생산시 더 작은 크기로 더 고성능의 위성방송 수신용 안테나를 실내용으로 사용할 수 있을 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- [1] K. Ito, K. Ohmaru and Y. Konishi, "Planar antennas for satellite reception", *IEEE Trans. Broadcasting*, vol. 34, no. 4, pp. 457-464, Dec. 1988.
- [2] D. Treves, "A study of microstrip array antennas with the feed network", *IEEE Trans. Antenna and Propagat.*, vol. 37, no. 4, pp. 426-434, Apr. 1989.
- [3] R. Freeman, *Radio System Design for Telecommunications*, John Wiley & Sons, Ch. 6, pp. 315-345.
- [4] N. Marcuvitz, *Waveguide Handbook*, Ch. 2, pp. 89-96.
- [5] M. Takahashi, M. Ando, "A Slot Design for Uniform Aperture Field Distribution in Single-Layered Radial Line Slot Antennas", *IEEE Trans. Antenna and Propagat.*, vol. 39, no. 7, pp. 954-959, Jul. 1991.
- [6] H. Nakano, H. Takeda, H. Mimaki and J. Yamauchi, "Low-Profile Helical Array Antenna Fed from a Radial Waveguide", *IEEE Trans. Antenna and Propagat.*, vol. 40, no. 3, pp. 279-284, 1992.
- [7] M. Bialkowski, "Modeling of Planar Radial-Guide Antennas", *Microwave, Radar and Wireless Communications, Mikon-2002. 14th International Conference*, pp. 205-217, 2002.

신 용 주



2001년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학사)
 2003년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)
 2003년 2월~현재: 삼성전자(주) 무선사업부 안테나개발팀 연구원

[주 관심분야] 단말기용 내장형 안테나, RF 회로

김 중 규



1983년 11월~1990년 2월: 모토로라 코리아 (주)
 1989년 2월: 건국대학교 전파공학과 (공학석사)
 2002년 2월: 건국대학교 전파공학과 (공학박사)
 1992년 3월~현재: 전자부품연구원 무선회로연구센터 책임연구원

[주 관심분야] Antenna, Coupler, VCO, Amp, RF Device

강 기 조



1999년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학사)
 2001년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)
 2001년 3월~현재: 광운대학교 전파공학과 박사과정
 2002년 10월~현재: 한원 마이크로웨이브(주) 책임연구원

[주 관심분야] 안테나 및 RF 회로

김 중 현



1984년 2월: 광운대학교 전자통신공학과 (공학사)
 1990년 6월: 독일 Ruhr Univ. Bochum 전자공학과 (공학석사)
 1994년 8월: 독일 Dortmund Univ. 전자공학과 (공학박사)
 1995년 4월~현재: 광운대학교 전파공학과 부교수

1996년~현재: 전자파학회 편집위원
 [주 관심분야] 초고주파 및 광집적회로, 초고주파 측정 및 센서, EMI/EMC

이 학 용



1999년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학사)
 2001년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)
 2001년 3월~현재: 광운대학교 전파공학과 박사과정
 2003년 1월~현재: MRW(주) 안테나 연구소장

[주 관심분야] 마이크로스트립 안테나

이 중 철



1983년 2월: 한양대학교 전자공학과 (공학사)
 1985년 2월: 한양대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 1989년 12월: 미국 Arizona State University 전자공학과 (공학석사)

1994년 5월: 미국 Texas A&M University 전자공학과 (공학박사)
 1994년 6월~1996년 2월: 현대전자(주) 시스템 IC 연구소 광소자개발실 선임연구원
 1996년 3월~현재: 광운대학교 전파공학과 부교수
 2000년 8월~현재: 광운대학교 RFIC센터 과제수행 책임자
 2001년 12월~현재: 중국 Harbin Institute of Technology (HIT) 방문교수
 2003년 1월~현재: 미국 Univ. of California, San Diego, ECE Dept., Visiting Scholar
 [주 관심분야] 초고주파 및 광전자공학, RF MEMS, 밀리미터파 능동 및 수동 소자

김 남 영



1987년 2월: 광운대학교 전자공학과 (공학사)
1991년 2월: New York 주립대 전자공학과 (공학석사)
1994년 2월: New York 주립대 전자공학과 (공학박사)
1994년 2월~1994년 9월: New York

주립대 연구원

1994년 9월~현재: 광운대학교 전자공학과 부교수

1998년 2월~현재: 광운대학교 RFIC센터 센터장

[주 관심분야] 초고주파 집적회로(MMIC) 및 무선통신용 ASIC

이 병 제



1988년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
1993년 12월: 미국 Southern Illinois University 전자공학과 (공학석사)
1997년 5월: 미국 Southern Illinois University 전자공학과 (공학박사)

1997년 6월~1998년 2월: 삼성전자 정보통신연구원 선임 연구원

1998년 4월~현재: 광운대학교 전파공학과 조교수

[주 관심분야] 초고주파 및 밀리미터파 안테나해석 및 설계, 전기자기파 해석, 레이더 및 위성통신, 초고주파 응용

박 면 주



1991년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학사)
1993년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학석사)
1998년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학박사)
1998년 12월~2002년 8월: 삼성전

자 (주) 책임연구원

2002년 9월~현재: 광운대학교 전자공학과 조교수

[주 관심분야] 초고주파 수동회로 및 안테나, 전자파, 초고주파 수치해석, High speed digital system noise, signal integrity and interconnections, EMI/EMC