

主題

Ka대역 위상배열안테나 기술

한국전자통신연구원 전 순 익

차례

- I. 서론
- II. 위상배열 안테나
- III. Ka대역 안테나 구조 설계
- IV. Ka대역 안테나 성능 설계
- V. Ka대역 위상배열 안테나 시스템
- VI. 결론

I. 서론

다양한 통신서비스 만족을 위해서는 지상 이동통신 서비스 기술의 발전과 함께 위성 이동통신 서비스의 발전이 요구된다. 그리고 광대역(wideband)이 요구되는 위성 멀티미디어 서비스를 수용하기 위하여 위성통신은 현재 포화되고 있는 기존의 주파수 대역을 대신하여 Ka대역 이상의 새로운 주파수 대역을 요구한다. 또한 위성통신이 고정된 지구국의 한계를 넘어 이동통신 서비스가 가능하기 위해서는 단말 지구국 장치의 소형화와 함께 장치가 탑재되어 운동하는 이동체에서 위성과의 통신이 가능한 안테나의 개발이 필수적이다. 저궤도 위성통신이 아닌 경우의 위성통신은 일반적으로 높은 이득의 지향성 안테나를 사용하며, 지향성 안테나가 이동성(mobility)을 가지기 위해서는 흔들림이나 위치 이동에 따라 목표하는 위성의 상대적인 좌표 이동에

적응하여 추적 지향하는 능력을 가져야 한다. 이러한 목적의 안테나에는 파라볼릭 안테나(parabolic antenna)에 모터블 이용한 2축 또는 3축 자세 제어를 사용하는 기계식 추적 안테나가 있으며 현재 선박이나 저속의 운동체에서 L대역 INMARSAT 서비스나 위성방송 수신을 위하여 대부분 사용되고 있다[1]. 그러나 고속의 추적이 요구되는 환경에서는 추적 실패에 의한 통신 단절의 문제점이 나타나고 있으며 stabilizing table의 사용이 보조적으로 요구되기도 한다. 따라서 이를 해결하기 위해서는 이미 군의 레이더 등에서 적용하고 있는 빔 성형 (beam forming)과 빔 스캐닝 (beam scanning)의 능동 위상배열(active phased array) 전자식 추적 안테나 기술을 적용하여야 한다. 그리고 멀티미디어 광대역 위성통신에서 필요한 이동체 적용형 안테나를 제공하기 위해서는 필연적으로 Ka대역을 목표로 하는 능동 위상배열 안테나 개발이 요

구된다.

능동 위상배열 안테나는 복잡한 신호 환경에 대응하여 고속 빔 전환, 빔 변환, 빔 재구성, 적응성 등의 진보된 빔 성형 기술의 활용이 가능하며, 선박, 항공기, 차량 등의 이동체에 적합한 공기 역학적인 낮은 외형과 가벼운 중량의 특징이 있다. 본 고에서는 이러한 능동 위상배열 안테나의 기술 동향과 구조 및 성능 설계 기술에 관하여 설명하고 결론을 맺고자 한다.

II. 위상배열 안테나

전자식 추적이 가능한 능동 위상배열 안테나는 종래의 기계식 추적 안테나의 단점을 보완한다. 단위 안테나 소자의 위상 배열을 이용하는 전자식 추적 기술은 원하는 전파의 도래 방향(receiving

direction) 또는 방사 방향(radiating direction)으로 각 단위 안테나 소자의 상대적 위상차(phase difference)를 인위적으로 할당 제어함으로써 동일 위상의 phase plane aperture를 성형(forming)하는 것을 특징으로 한다. 이러한 위상 제어는 안테나의 기계적인 변형 없이 임의의 각도로 패턴을 고속 지향할 수 있으며, 단위 안테나 소자들에 amplitude taper나 phase taper 등을 적용하는 경우는 ultra low sidelobe 또는 wide angle fan beam 등을 aperture synthesizing할 수 있다. 능동 위상배열 안테나는 적용 기술에 따라 기계적 스캐닝(scanning) 안테나에 비교하여 크기(volume), 무게, 수명 대비 시스템의 제작 및 유지비용이 저렴하다는 특징이 있다. 특히 파장의 물리적 길이가 1cm 이하인 Ka대역과 밀리미터 대역의 안테나는 방사소자(radiator) 근처에 고출력 증폭기와 저잡음 증폭기 등의 능동소자를 MMIC화하여 실장 하는 것이 안

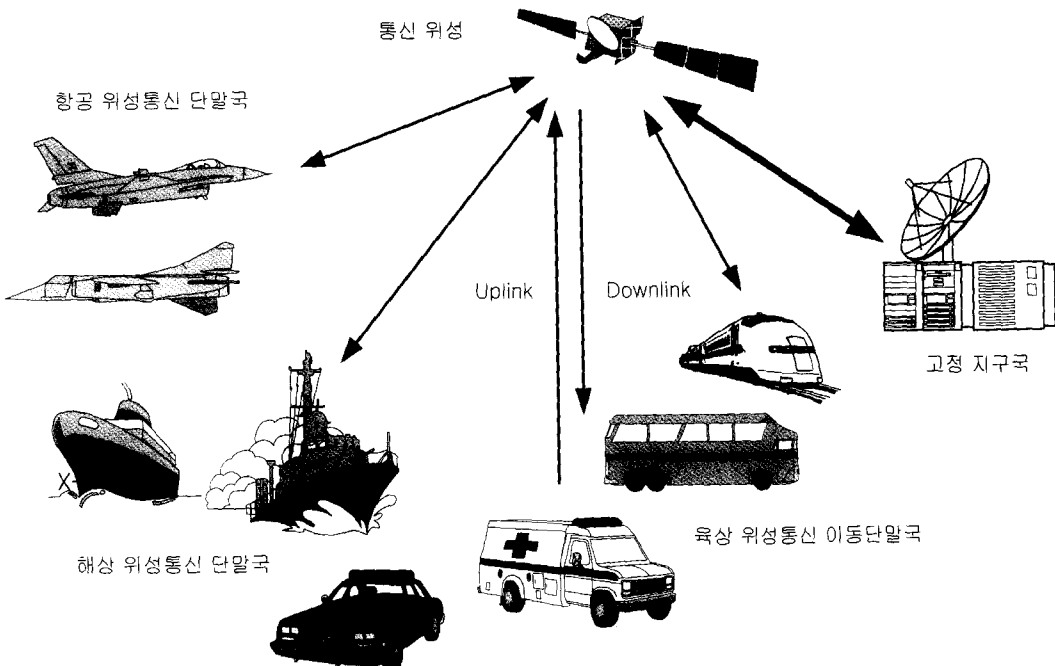


그림 1. 위상배열 안테나를 적용한 위성통신 이동 서비스 개념

대나의 송신 효율과 수신 감도 그리고 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

위상배열 안테나 기술의 본격적인 연구는 1980년대부터 전개되었다. 일부 기술은 현재 상용화되고 있으나 저가격화, 경량화, 단순화 등을 위한 새로운 기술 개발 노력들이 지속적으로 계속되고 있다. 현재까지 대부분의 위상배열 안테나는 레이더와 같은 군사 목적으로 개발되어 왔다. 예로서 군에서 사용되는 COBRA DANE, PAVE PAWS, THAAD 등의 위상배열 안테나가 있다[2][3]. 통신을 위한 위상배열 안테나는 L대역 INMARSAT 서비스나 군의 항공통신 그리고 이리듐(IRIDIUM) 서비스와 같은 저궤도 위성통신용 위성탑재를 위한 안테나가 있으며 넓은 범위에서 DBS 수신을 위한 고정된 평판 위상배열 printed antenna 또한 여기에 속할 수 있다. MMIC를 적용하는 지상, 항공, 우주용 능동 위상배열 안테나 기술은 최근에 개발되어 이용되고 있으며, 레이더, 통신, ESM, ECM과 ECCM용 능동 위상배열 안테나는 계속적으로 연구 개발되고 있다[4]. 위상배열 안테나 기술은 RF 빔 성형, IF 빔 성형 및 baseband 빔 성형이 있다. IF 빔 성형 및 baseband 빔 성형은 디지털 빔 성형으로 구현이 가능하다. 디지털 빔 성형 기술은 제머(jammer) ARM 미사일에 대응하기 위한 ultra low sidelobe 기술, 적응형 널링(adaptive nulling) 연구에 적용되어 진행 중이며, 이들 기술을 동시에 구현하는 안테나의 개발도 검토되고 있다[5]. 또한 디지털 빔 성형 기술의 응용은 feedback loop이 없는 완전한 baseband processing이 가능하며 간섭 신호(interference)에 대한 널 성형(null forming)의 장점이 있다. 그러나 이 경우는 단위 신호원의 수가 작아야 원하는 신호의 최적 수신을 위한 알고리즘의 매트릭스(matrix) 연산이 실시간 처리에 접근하므로 큰 이득의 지향성 안테나가 요구되는 위성 통신보다는 간

섭 신호 처리가 최대 현안인 Rayleigh fading 채널에서 작은 이득의 지상 이동통신에 적합하다.

레이더 안테나와는 달리 통신을 위한 위상배열 안테나는 송신과 수신 주파수 분리 또는 광대역 신호처리, 송수신 동시 신호처리(full duplexing), 저잡음 증폭 등의 기술적 차이를 가진다. 통신용 능동 위상배열 안테나의 상용화를 위해서는 안테나가 저가격화 되어야 하며 제작 생산성을 위한 배열 및 제어 구조를 가져야 한다. 상용 부품의 가격이 고가인 Ka대역 이상의 능동 위상배열 안테나 설계에서는 가격 대비 성능을 위하여 다음이 고려되어야 한다.

- 위상변이기(phase shifter) 모듈 수의 최소화
- 간단한 배열 구조
- 단순 구조 저가 부품의 개발과 사용
- 제어장치의 소형화 및 단순화
- 간단한 급전 구조
- 핵심부품의 MMIC/ASIC화

통신용 능동 위상배열 안테나의 개발 사례는 매우 적다. 이것은 위상배열 안테나의 우수한 기술적 이점에도 불구하고 적용 및 제작 기술의 난이도에 기인하고 상용 안테나로서 고가의 개발 및 제작비용을 요구하기 때문이다. NASA의 LeRC와 JPL은 1994년 ACTS 위성을 이용하는 실험용 항공기 탑재 Ka대역 통신 위상배열 안테나를 제작 시험하였다. 통신용 안테나는 수신 안테나와 송신 안테나로 분리되어 있으며 수신 안테나는 USAF Rome Lab과 Boeing사 및 Martin Marietta사가 개발하였으며 송신 안테나는 NASA LeRC 및 TI사가 개발하였다[6]. Boeing은 개발된 기술을 항공기 탑재 Ku대역 DBS 수신 안테나에 응용하였다.

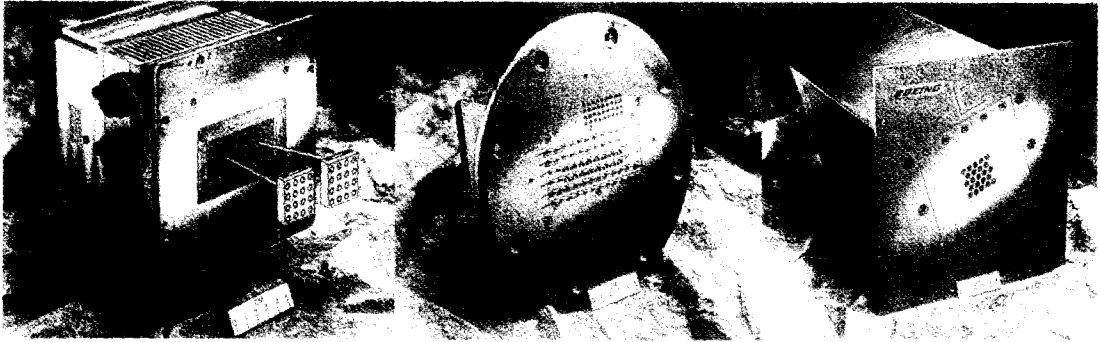


그림 2. Ka대역 위상배열 송신안테나(TI) 및 수신안테나(Martin Marietta/Boeing)

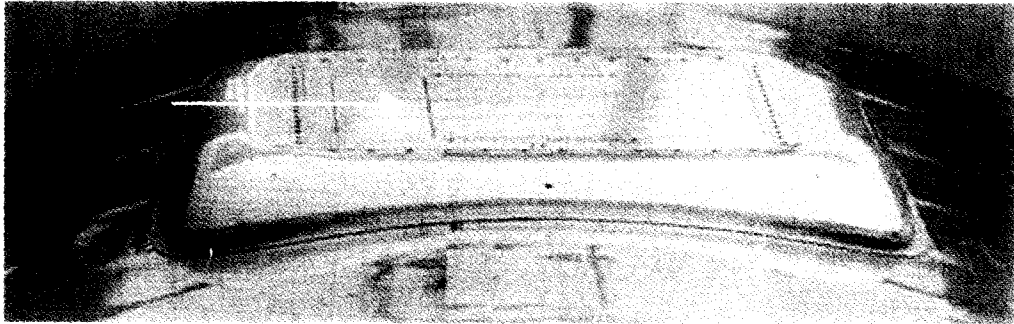


그림 3. 항공기 탑재 Ku대역 DBS 수신 위상배열 안테나(Boeing)

항 목	송신안테나	수신안테나(1)	수신안테나(2)
주파수(GHz)	29.6	19.9	19.9
배열 수	32	23	16
배열 간격(cm)	0.82(0.8 λ)	0.81(0.53 λ)	0.84(0.55 λ)
편파	선형	선형	선형
위상변위(bit 수)	4	4	3
스캐닝 범위(도)	+/-30	+/-60	+/-60
EIRP boresight(dBW)	23.4	N/A	N/A
G/T boresight(dBK)	N/A	-16.6	-16.1
냉각방식	fan	사용 없음	fan
제작 기관	TI	Boeing	Martin Marietta

표 1. ACTS 실험용 Ka대역 위상배열 안테나 사양

III. Ka대역 안테나 구조 설계

사용하는 위성과 위성 서비스 링크 설계에 따라 차이가 있으나 Ka대역 위성 통신을 위한 예로서 60dBW 이상의 EIRP와 42dBi의 안테나 이득을 가지는 한 위상배열 안테나를 설계할 수 있다. 안테나의 추적범위는 탑재되는 이동체의 종류와 운용되는 환경에 따라 결정되며 방위각 360도 추적과 boresight로부터 양각 ± 55 도 추적 능력을 요구할 수 있다. 그러나 양각 ± 55 도 부근 또는 이상의 추적의 경우는 단위 안테나 소자간 물리적 거리 한계에 따른 grating lobe의 출현과 axial

ratio의 열화 그리고 scan blindness에 대한 심각한 고려를 해야한다. 이러한 위성추적 범위를 만족시키는 효율적인 안테나 구조에는 평면형 안테나 구조가 있다. 이 경우 가능한 구조는 완전한 이차원 위상배열의 전 전자식의 구조와, 일차원 위상배열 또는 부분적인 이차원 위상배열과 일차원 기계식 추적을 혼합하는 반 전자식의 구조가 있다. 곡면 또는 각면의 conformal 안테나 구조와 이를 응용한 구조가 사용될 수도 있으나 이것은 기하학적으로 효율적인 면의 분할과 소자의 배열, 그리고 현실적인 부품 실장 및 제작의 어려움이 있다.

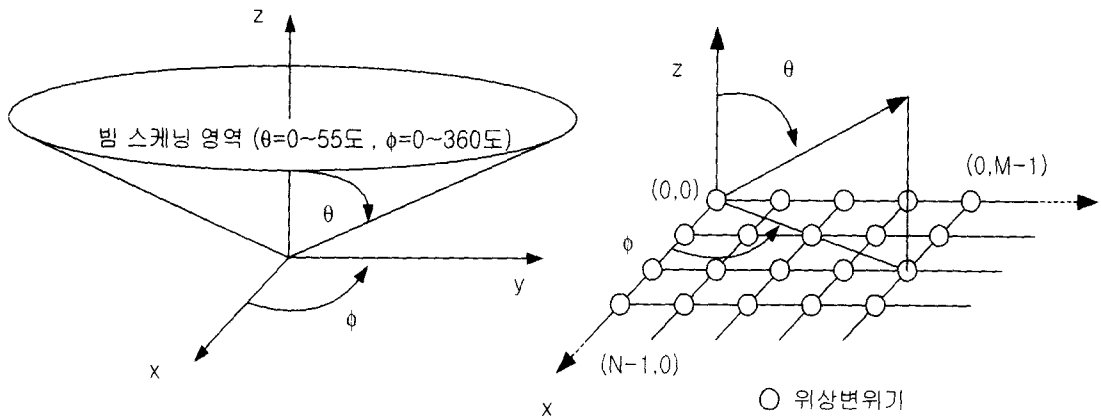


그림 4. 위성추적 범위와 $M \times N$ 이차원 위상배열 안테나

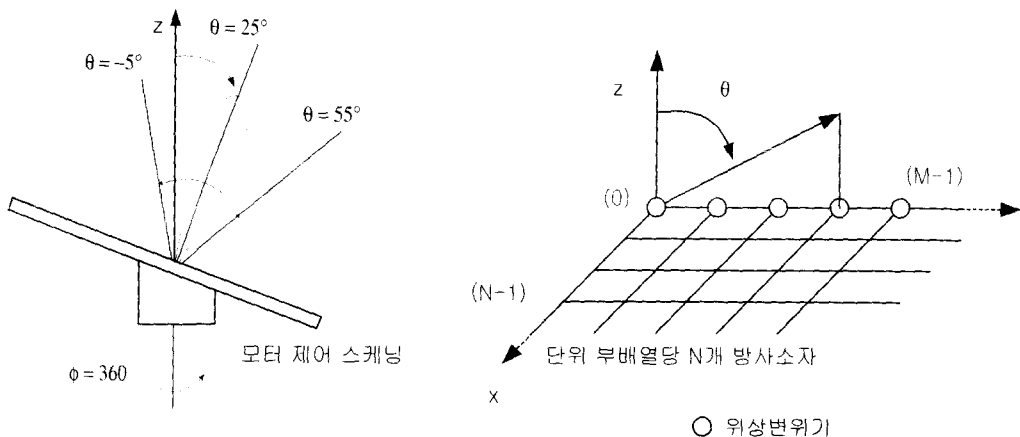


그림 5. 반 전자식 일차원 위상배열 안테나 구조

1. 전 전자식 위상배열 안테나

평면 사각형 이차원 위상배열 안테나 구조는 넓은 빔 스캐닝 각도를 유지하기 위하여 각각의 방사소자(radiator element)에 위상변위기(phase shifter)가 붙는 구조이다. 사각 평면형 안테나 구조는 구현이 용이하고 이동체 장착에 유리하며 서브모듈(submodule)로 구분이 가능하여 시스템 확장성이 뛰어나지만, 방사소자간 간격이 제한되고 방사소자간 결합(mutual coupling)과 스캔 블라인드(scan blindness) 문제가 대두되고 빔 주사손실(scan loss)이 크고 교차편파(cross polarization)의 영향이 크다. 또한 부배열의 크기(sidelobe level, SLL)가 크고, 안테나 빔이 방향으로 회전 대칭을 이루지 않는다는 단점이 있다. 이를 극복하기 위한 원형 평면 안테나 구조가 사용되기도 한다. 그러나 회전대칭 구조로 배열하기 위한 서브모듈의 형태는 육각형 등의 구조이므로 빔 성형 회로 구현이 어렵고, 능동회로의 배치 또한 쉽지 않다. 따라서 시스템의 확장성 측면에서 상당히 불리하다.

2. 반 전자식 위상배열 안테나

반 전자식 안테나 구조는 일차원 위상배열과 모터 구동의 결합으로 구성할 수 있다. 반 전자식 안테나의 구조는 단일 축 방향으로 부배열(subarray) 부품을 위상 배열하는 구조를 가진다. 단위 부배열의 방사소자 개수는 안테나의 directivity와 추적 각 범위에 의해서 결정된다. 반 전자식 안테나 구조는 전 전자식 안테나 구조에 비해 가격이 저렴하고 배열 간격이 넓으며 빔 주사손실이 작지만 부배열의 급전선로(feeding network) 손실이 발생하여 안테나 효율을 저하시키며 교차편파(cross polarization)의 영향이 작다. 또한 기계적인 구조의 추가는 이동체 장착에 불리하고 정교한 모터 제어가 필요하며 통신 두절 확률이 상대적으로 높

다. 이러한 문제의 일부는 일차원 위상배열을 부배열 축의 수직 방향으로 확장하는 부분적인 이차원 위상배열로 해결할 수도 있다. 이 구조는 모터제어의 문제를 위상배열로 극복하여 통신 두절 확률을 상당히 낮출 수 있으나, 부배열의 확장에 따른 위상 변위 부품의 증가를 허용하여야 한다.

IV. Ka대역 안테나 성능 설계

전술한 안테나의 구조에서 능동 위상배열 안테나 성능은 일반적으로 적용하는 목적에 합당한 시스템의 활용과 효과를 고려하여 설계된다. 따라서 안테나의 성능 설계는 전자식과 혼합식 시스템간의 안테나 특성, 추적 성능, 능동 모듈(active module)의 성능, 시스템의 신뢰성(reliability)과 기구적 특성을 비교한다. 활용 및 효과는 안테나 사용 목적에 성능 조건이 효율적이며 능동적으로 대응할 수 있는지를 판단하여야 한다.

1. 주사손실(scan loss)

전자식 안테나와 혼합식 안테나의 특징적 차이는 전자적 빔 조향(beam steering) 범위라 할 수 있다. 전자식 안테나의 경우는 요구되는 위상추적 범위각인 방위각 360도와 boresight로부터 양각 $\pm 55^\circ$ 도 만큼 전자적으로 빔 조향이 가능한 이차원 위상배열 안테나 구조이어야 한다. 전자식과 달리 혼합식 안테나 구조는 일차원 위상배열과 모터구동의 결합으로 구성되므로 boresight로부터 전자 빔 조향 각도가 $\pm 30^\circ$ 도면 충분하다. 빔 주사손실은 방사소자의 제작 특성에 따라 차이가 있다. 예의 경우에서 전자식 안테나의 경우 주사손실은 3~5dB 가량이며, 혼합식 안테나는 약 1~2dB 정도의 주사 손실을 가진다. 따라서 최소 안테나 이득을 만족하기 위하여 전자식 안테나는 혼합식에 비해 두

배 이상의 방사 능동모듈(radiator active module)을 필요로 하고, 두배 이상의 안테나 면적을 가진다.

2. 그레이팅 로브(grating lobe)

배열 안테나는 단위 안테나 소자의 주기성으로 방사소자 사이의 일정 거리 이상에서 그레이팅 로브가 발생한다. 따라서 방사소자 간격은 이를 고려하여야 한다. 그러나 방사소자 사이 간격에 의해 형성되는 공간은 방사소자와 인터페이스 되는 급전회로 및 변위기, 저잡음증폭기 또는 전력증폭기 등이 위치해야 한다. 따라서 설계는 이러한 부품 실장 공간의 제한과 이에 따른 방열처리 문제 등을 고려하여야 한다. 또한 방사소자 간 영향(mutual coupling)과 이에 따른 스캔 블라인드(scan blindness) 문제도 고려되어야 한다.

3. 원형편파(circular polarization)

위상배열 안테나는 기술적으로 반사판 안테나가 수용하는 모든 편파를 처리할 수 있다. 그러나 선형편파와 편파 변화의 경우, 위상배열 안테나가 이동 중 통신에 사용되는 경우 편파 지향을 변화하기 위한 기계적인 보조 수단에 의존하지 않는 경우라면, 모든 방향으로의 편파를 수용하기 위해서는 전자적인 polarizer와 이를 구현하는 시스템적인 신호처리 구조를 추가로 적용하여야 한다. 혼합식 scan은 양각과 방위각의 구분이 뚜렷하여 선형편파의 구현이 전자식에 비해 용이하다. 그러나 전 전자식의 경우는 방사방향이 모든 양각 및 방위각에 대하여 동일한 성능을 유지해야 하므로 선형편파를 구현하기 위하여 복잡한 feeding network가 필요하여 시스템 구현이 상당히 어렵다. 따라서 이러한 경우는 주로 원편파를 사용한다. 원형편파에서는 통상적으로 성능지수인 안테나 축비(axial ratio)를 사용 주파

수 대역에서 약 3dB로 적용한다. 안테나는 법선 방향(boresight)에서의 축비 요구사항을 맞추기는 간단하나, 빔 주사각이 일정 각도 이상으로 기울어질 경우에는 이를 만족시키기 어렵다. 빔 주사각이 ± 30 도인 혼합식 안테나는 보통의 원형편파 방사소자를 사용하더라도 전체 주파수 대역에서 3dB 이하의 축비를 유지할 수 있다. 그러나 빔 주사각 ± 55 도의 전 전자식 안테나는 3dB 축비를 유지하기 위한 기술적 고려가 필요하다. 또한 빔 조향 범위가 넓은 경우는 교차편파의 열화 문제도 해결하여야 한다.

4. 주파수 스캔(frequency scan) 효과

위상지연에 의한 빔 성형은 사용 주파수 대역의 중심에서는 안테나 빔을 원하는 방향으로 조향할 수 있으나, 주파수 가장자리에서는 안테나 빔이 편향되는 주파수 스캔 효과를 가진다. 전 전자식 안테나는 혼합식에 비하여 두 가지 이유로 주파수 스캔 효과가 크게 나타난다. 첫째, 빔 조향 범위가 넓기 때문에 그만큼 빔 편향이 심해진다. 둘째, 많은 방사소자의 좁은 안테나 빔폭은 주파수 스캔 효과를 크게 한다. 일반적으로 주파수 스캔 효과를 줄이는 방법에는 시간지연(time delay) 소자의 사용과 디지털 빔성형(digital beam forming) 기술의 적용이 있다.

5. 기타 고려사항

위상배열 능동안테나의 능동 모듈은 안테나 성능을 좌우하는 중요한 부분이다. 설계되는 EIRP와 안테나 이득을 만족하는 단위 방사소자의 수, 송수신 모듈의 수, 이들 모듈의 송신전력과 잡음지수와 안테나 G/T 성능은 전 전자식 빔제어 방식과 혼합식 빔제어 방식에 따라 달라진다. 혼합식 방식은 안테나 구동 모터를 필요로 하므로, 빠른 속도의 빔 추

적이 필요한 경우와 통신용과 같이 안테나 회전체가 클 경우는 기계적인 고장과 함께 추적 속도의 한계를 가진다. 그리고 큰 용량의 모터 구동 시에 순간적인 과다 유도 전류는 안테나의 순간적인 성능 저하를 가져올 수 있다. 이는 결국 부품의 수명을 단축시키는 결과를 초래한다. 이에 대하여 전 전자식 방식은 빠른 추적 속도의 장점이 있으며 기구적 문제가 적고, 능동소자의 수가 많은 대신 각 소자는 소 전력으로 구동되므로 각 소자의 failure가 시스템 안정도에 미치는 영향이 적다. 전 전자식의 배열구조는 전 방위각에 대한 등방성을 갖고 있고 직선편파를 구현하기 힘들다는 제약과 급전 및 능동소자의 배열이 복잡하다는 단점이 있으나, 배열의 수가 늘어나도 확장이 용이하다. 그러나 혼합식 방식의 배열구조는 이득과 사용목적에 맞도록 배열구조가 정해지므로 응용분야에 따라 배열구조를 변형해야 하므로

설계된 안테나의 확장이 제한된다. 전 전자식은 필요에 따라 stabilizer를 추가하여 추적범위를 확장할 수 있으며, 전 영역 scan하는 영역을 갖도록 입체적인 구성이 가능하고 실시간으로 위성의 추적이 가능하다.

V. Ka대역 위상배열 안테나 시스템

위성통신 이동단말을 구현하기 위한 위상배열 안테나의 시스템 구성은 (그림 5)와 같이 송신 및 수신 방사 능동부, 송신 및 수신 빔 성형부, 위성추적 제어부 및 시스템 전원부로 구성할 수 있다. 위상배열 안테나 시스템은 이동중에 위성통신을 수행하기 위한 안정적인 안테나 기능을 제공한다. 이러한 목적을 위해서 시스템은 위성전파의 블로킹

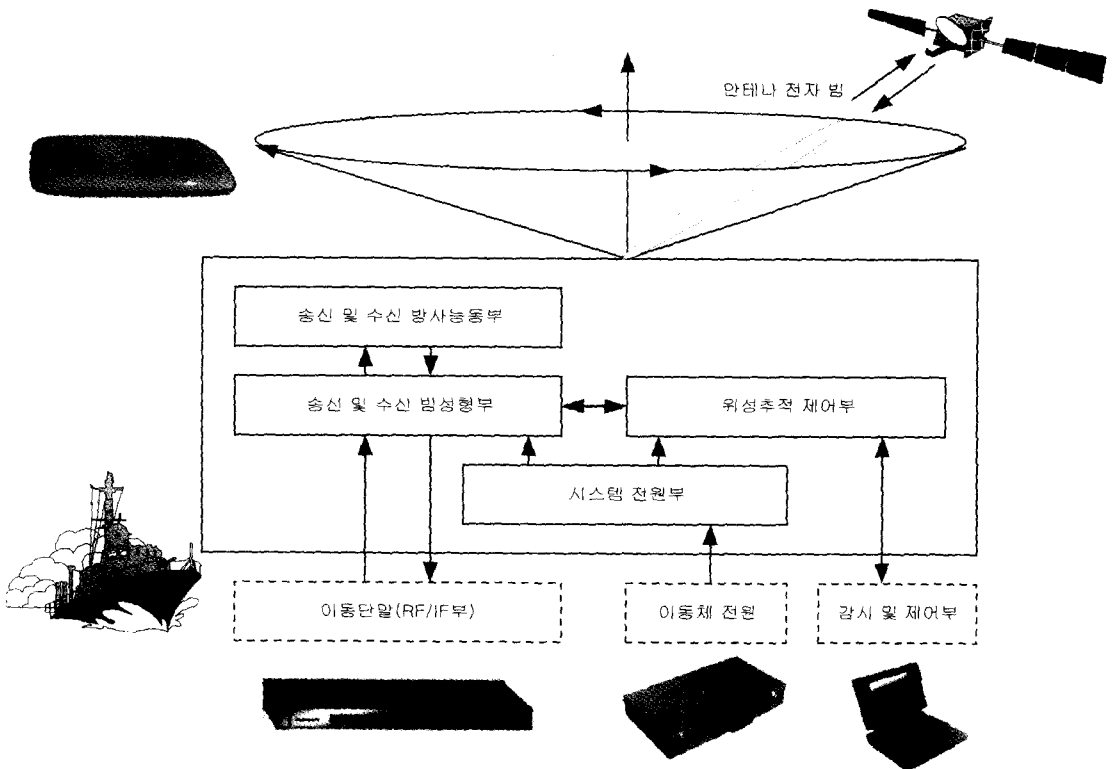


그림 6. Ka대역 위상배열 안테나 시스템 구성

(blocking)을 제외한 이동중의 모든 경우에 통신하는 위성과의 안테나 인터페이스를 지속적으로 유지하여야 한다.

전자식 안테나 시스템은 사용자의 이동 위성통신을 위한 장치에 장애를 주지 않아야 한다. 안테나 방사 능동부의 방사 모듈은 이동체 탑재에 적합한 평판 방사소자 배열 안테나 구조를 가지며 위성 및 능동채널 모듈과 인터페이스 된다. 방사 능동부와 빔성형부의 능동채널 모듈은 증폭 및 위상 제어의 기능을 가진다. 위성추적 제어부는 안테나의 빔 지향 방향을 연산하여 제어하며 안테나 시스템을 감시하고 사용자의 제어 및 감시부와 통신하는 기능을 수행한다.

시스템 전원은 안테나가 탑재되는 이동체의 전원으로부터 공급받는 불안정한 전원을 정류하여 시스템 내부에 분배 공급하는 기능을 수행한다. 안테나 시스템의 추적 알고리즘은 위성 추적을 위한 신호상태 분석을 수행한다. 전 전자식 위상배열 안테나의 추적 복구는 3dB 빔폭이 1.82도인 안테나인 경우에 약 1.8초 이내의 위성 재 추적이 가능하다. 이동체 조건에 따라서는 외부의 위치 및 방위 정보를 입력받는 open loop 추적 시스템으로 시스템의 추적 성능을 보완할 수도 있다. 시스템은 외부 장치와의 인터페이스를 통하여 사용자와 통신할 수 있으며 입력 파라미터 및 프로그램을 사용자 감시 및 제어부로부터 입력받을 수 있다.

VI. 결 론

위상배열 가장 중요한 기술조건은 위성추적 범위를 만족하는 평면형 안테나 구조로서 전 전자식 또는 반 전자식의 구조의 선택에 있다. 안테나 구조가 선택되면 안테나 설계는 활용과 효과를 고려하여야 한다. 성능은 안테나 특성, 추적 성능, 능동모듈의 성능, 신뢰성과 기구적 특성에 대한 고려가 요구된다. 위성 이동통신을 위해 이동체에 탑재되어 이동

단말기용으로 사용 가능한 위상배열 안테나는 탑재되는 이동체의 종류와 적용 서비스의 형태를 고려해야 한다. 혼합식 안테나는 이동체의 운동이 비교적 완만한 대형선박 등에 응용할 수 있는데, 그 이유는 선박의 진동주파수가 0.5Hz 이상일 경우에는 기계적으로 추적하기 어렵고 안테나 자체의 진동주파수에 의한 추적오차를 포함하므로 기계적 추적에서는 0.3도 미만의 추적이 힘들다. 따라서 고 이득 안테나를 이동용으로 사용할 때는 방위각 방향에서도 약 3도 이내의 전자적인 추적이 가능해야 효율적인 시스템으로 활용될 수 있다.

전자식 안테나는 추적하고자 하는 위성이 다수인 경우 빠른 시간에 순간적으로 위성의 스윙칭이 가능하며, 설계의 확장에 따라 두개 이상의 위성을 동시에 수신하는 것도 가능하다. 이 기능은 특정신호를 nulling하거나 jamming에 대비 할 수도 있으며 이득이 작은 위상배열 안테나를 여러개 위상 배열하여 좀더 큰 위상배열 안테나로 쉽게 확장할 수도 있다. 그리고 미사일이나 비행기 탑재용 안테나는 전자 방식을 사용해야 빠른 target 인식이 가능하므로 전 전자 안테나는 상업적인 목적과 함께 군사적인 응용에 큰 활용도가 있다고 하겠다. 한편 지상에서 위성과의 통신을 원하는 경우는 블로킹 현상이 심한데 전 전자 안테나는 블로킹에서 해제되었을 때, 빠른 시간 내에 통신채널이 복구되므로 고 수신율을 요구하는 이동용 USAT등에 활용될 수 있으며 슬림형 안테나가 요구되는 소형차에 장착할 때 유리하다.

또한 저궤도용 위성통신 안테나로도 활용성이 뛰어나다. Ka대역 위상배열 안테나에서는 능동 소자의 물리적 실장 공간을 고려해야 한다. 위상배열 안테나의 상용 제작에서 대량 제작과 보급을 목표로 한다면 능동모듈을 MMIC 및 ASIC화하는 기술전략은 필수적이다.

주파수(GHz)	Pout(W)	효 율	Transistor Type	발표년도
17.5-24	0.7	30이상	HEMT	1992
25-27.5	0.1	30이상	HEMT	1992
31	0.235	40	PHEMT	1994
32	0.063	40	MBE HEMT	1991
33	0.125	21	PHEMT	1991
34	0.17	23	MBE MESFET	1991
42.5	0.18	14	MBE MESFET	1991
44	0.251	33	InP-based HEMT	1993
57-60.5	0.095	11	MBE MESFET	1991
60	0.115	26	PHEMT	1991

표 2. 위상배열 안테나 적용 Ka대역 이상 MMIC 전력 증폭기 기술동향

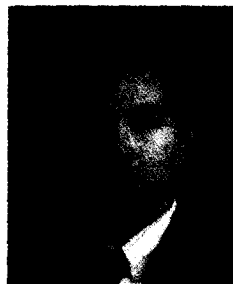
주파수(GHz)	NF(dB)	Gain(dB)	Transistor Type	발표년도
21-23	2	33	InGaAs HEMT	1991
31-35	4.2	15	Ion-impanted MESFET	1991
5-80	4.3	9.3	Pseudomorphic MODFET	1993
56-64	2.7	24.7	PM InP HEMT	1993
70-77	6.4	21-27	Pseudomorphic MODFET	1993
75-110	5.3-6.8	22	InGaAs/GaAs PHEMT	1993
75-110	6	23	InP-based HEMT	1993
81	4.3	18.5	P MODFET	1991
92-96	5-6	19	PM HEMT	1993
94	6.5	49	Pseudom. InGaAs HEMT	1992
94	4.5-5.5	17	PM HEMT	1993
96-100	2	3-19	AlGaAs/InGaAs/GaAs	1993

표 3. 위상배열 안테나 적용 Ka대역 이상 MMIC LNA 기술동향

* 참고문헌

1. K. Fujimoto, J. R. James, Mobile Antenna Systems Handbook, Artech House, 1994, pp.367-484.
2. Brookner, E., Aspects of Modern Radar, Chapter 2, Artech House, 1988.
3. Sarcione, M., J. Mulcahey, D. Schmidt, K. Chang, M. Russell, R. Enzmann, P. Rawlinson, W. Gluzak, and R. Howard and M. Mitchell, "The Design, Development and Testing of the TAAD(Theater High Altitude and Area Defense) Solid State Phased Array

- (formerly Ground Based Radar)", 1996
IEEE International Symposium on
Phased Array Systems and Technology,
October 15-18, 1996. pp.260-265.
Boston, MA.
4. Fenn, A. J. H. M. Aumann, F. G.
Willworth and J. R. Johnson. "Focused
Near-Field Adaptive Nulling:
Experimental Investigation". 1990
International Symposium Digest,
pp.186-189
5. Carlson, B. D., L. M. Goodman, J.
Austin, M. W. Gantz and Lee O.
Upton. "An Ultra low-Sidelobe
Adaptive Array Antenna". The Lincoln
Laboratory Jour., Summer 1990,
pp.291-310.
6. Charles A. Raquet, Robert J.
Zakrajsek, Richard Q. Lee, and Monty
Andro, "International Mobile Satellite
Conference 1995". Ottawa, Canada,
pp.312-317.



전 순 익

1984년 고려대학교 전자공학과 학사

1996년 고려대학교 전자공학과 석사

1984년~1990년 삼성전자 종합연구소 근무

1990년~현재 한국전자통신연구원 위성통신안테나연
구팀 팀장

* 주관심분야 : 능동 위상배열 안테나 시스템, 위성통신
시스템, 초고주파 회로설계