

[별첨 5]

위성통신용 평판형 혼 배열 안테나 설계 기술



이홍열 (hylees@etri.re.kr)
위성기술연구그룹



목 차

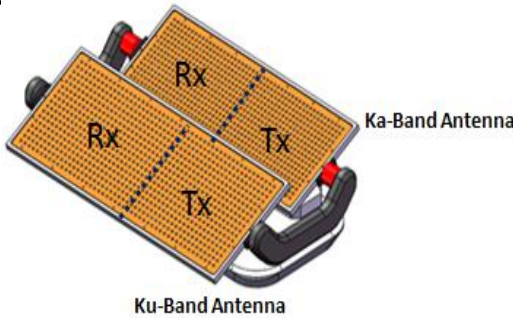
1. 기술의 개요
2. 기술이전 내용 및 범위
3. 경쟁기술과 비교
4. 기술의 사업성
 - 활용분야 및 기대효과
5. 국내외 시장 동향

1. 기술의 개요

■ 개요

❖ “위성탑재체 핵심원천기술 개발” 과제를 통해 확보된 Ku 대역 수신 및 Ka 대역 송수신 위성통신용 평판형 혼 배열 안테나 설계 기술

❖ 평판형 혼 배열 안테나 설계 기술

- 항공기 탑재를 위해 낮은 프로파일을 갖는 평판 형태의 배열 안테나 설계
- 최대 안테나 효율을 위한 편파기 일체형 혼(horn) 배열 안테나 설계
- 최적의 안테나 성능을 위한 저손실 이중대역 직교모드 변환기(OMT)와 도파관 커플러/분배기로 이루어진 배 위상 네트워크 설계
- Ku 및  및  분리 설계

< 항공기 탑재 위성통신용 평판형 혼 배열 안테나 형상 >

1. 기술의 개요



■ 기술 목적 및 필요성

- ❖ 항공기 및 선박 등과 같은 이동체에 적용하기 위한 소형의 낮은 프로파일을 갖는 안테나에 대한 사용자 요구
- ❖ 위성 통신을 위한 송수신 단말 시스템에 적용 가능한 고성능 안테나에 대한 필요성
- ❖ 인쇄된 복사 소자를 이용한 평판형 안테나의 낮은 효율 및 높은 삽입 손실로 인한 제약
- ❖ 편파기 일체형 개별 혼과 직교모드 변환기를 포함한 개별 복사 소자와 도파관 전력 분배기/결합기로 이루어진 평판형 혼 배열 안테나가 적합함
- ❖ 당 부서는 차세대 위성탐재용 시스템 및 부품 개발 기술 확보를 위해 수행중인 “위성탐재체 핵심원천기술 개발” 과제를 통해 고성능 위성통신용 평판형 혼 배열 안테나 설계에 대한 기술을 확보하였음
- ❖ 확보된 체계적인 설계 절차를 통해 고이득 특성을 지니는 Ku 및 Ka 대역 위성통신용 평판형 혼 배열 안테나를 설계하여, 자체 개발 기술을 확보하지 못한 국 내 업체에 관련 기술을 이전할 수 있도록

1. 기술의 개요

■ 기술의 특징 및 장점

❖ 개별 복사소자 설계기술

- 편파기 일체형 혼과 직교모드 변환기 설계 기술
- 편파기 일체형 혼 설계로 소형의 복사소자 구현
- 이중대역 직교모드 변환기 설계로 간결한 배열 안테나 구현

❖ 도파관 빔 형성 네트워크 설계기술

- 도파관 전력 결합기 또는 전력 합성기 설계 기술
- 반복되는 코어 부분을 회로 모델로 구현하여 설계 시간 최소화
- 전자장 해석을 통한 설계 결과 검증 가능

❖ 평판형 혼 배열 안테나 설계 기술

- 개별 복사 소자와 빔 형성 네트워크를 배열 형태로 확장한 설계 기술
- 낮은 높이를 갖는 최적의 안테나 성능 구현
- 안테나 효율 70%

1. 기술의 개요



■ 적용분야

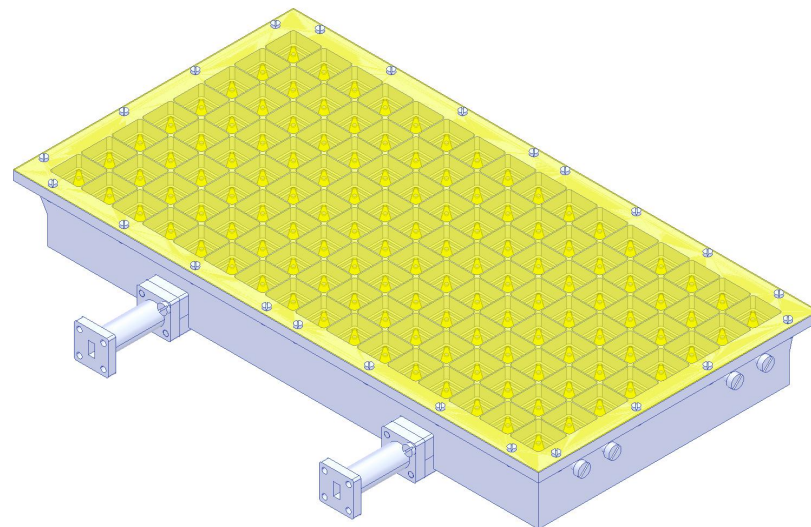
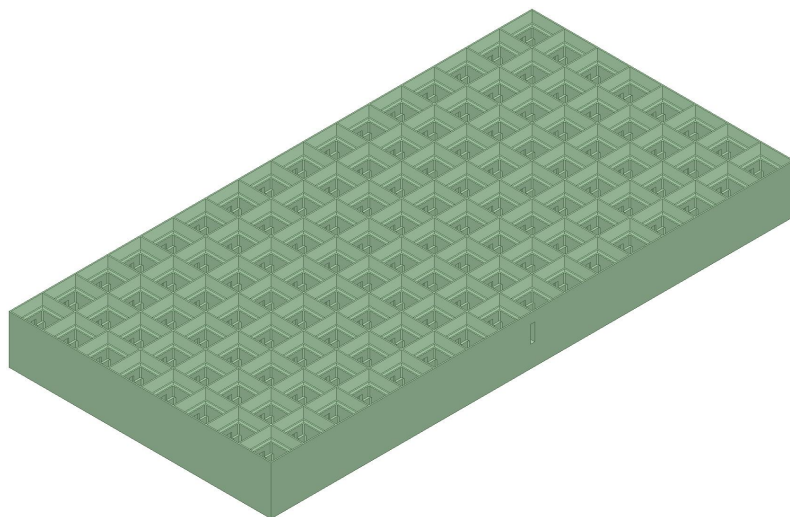
- ❖ Ka 송수신 및 Ku 수신 대역 고성능 위성단말 안테나에 활용
- ❖ 항공기 및 선박 탑재 위성통신 및 방송용 안테나에 활용

2. 기술미전 내용 및 범위

■ 기술미전 내용 및 범위

❖ 위성통신용 평판형 혼 배열 안테나 설계 기술

- 위성통신용 Ku 대역 수신 평판형 혼 배열 안테나 설계 기술
- 위성통신용 Ka 대역 수신 평판형 혼 배열 안테나 설계 기술
- 위성통신용 Ka 대역 송신 평판형 혼 배열 안테나 설계 기술



< Ku 대역 평판형 혼 배열 안테나 형상 > < Ka 대역 평판형 혼 배열 안테나 형상 >

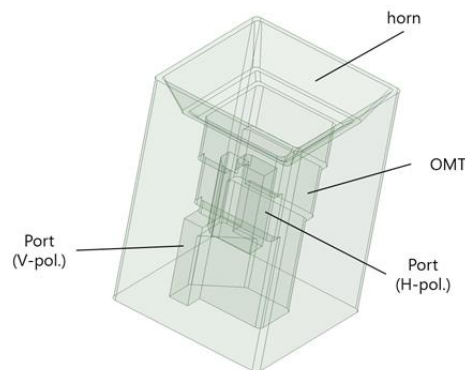
2. 기술미전 내용 및 범위

■ 기술 개발 현황

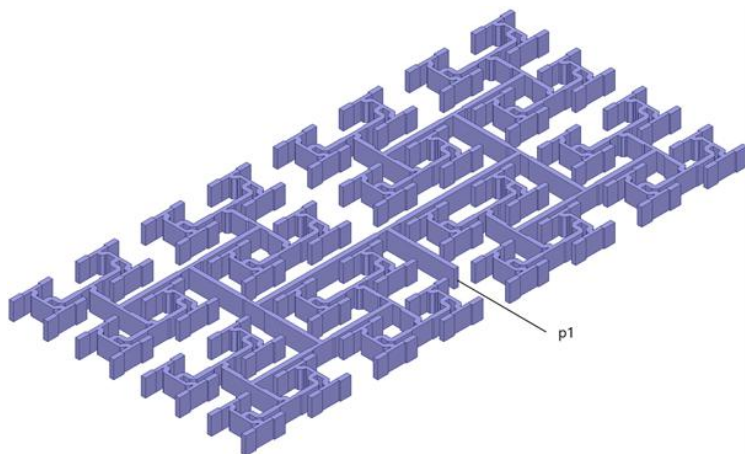
❖ 위성통신용 Ku 대역 수신 평판형 혼 배열 안테나



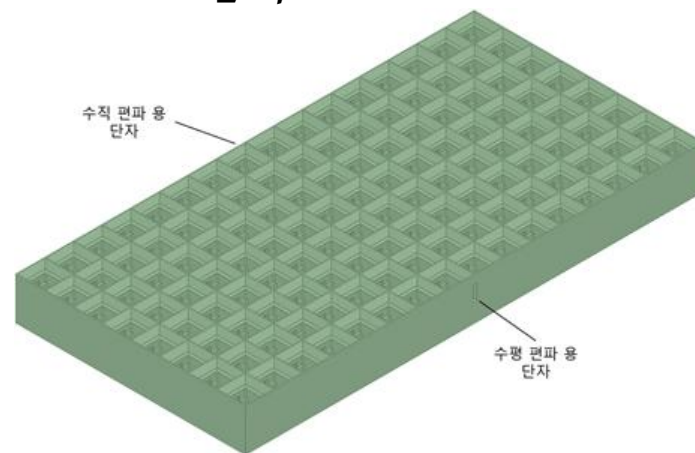
< 안테나 구조 >



< 개별 복사 소자 >



< 빔 형성 네트워크 >

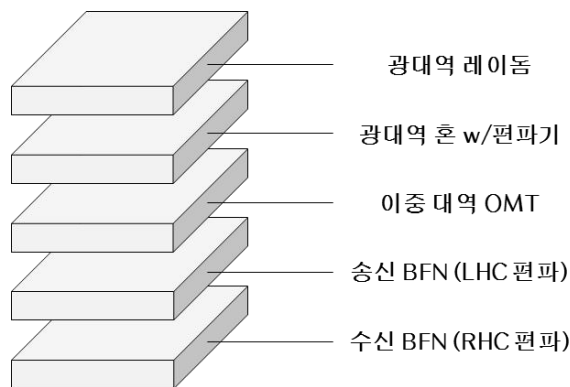


< 평판형 혼 배열 안테나 >

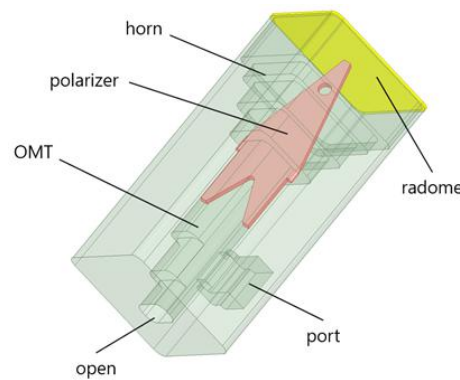
2. 기술미전 내용 및 범위

■ 기술 개발 현황

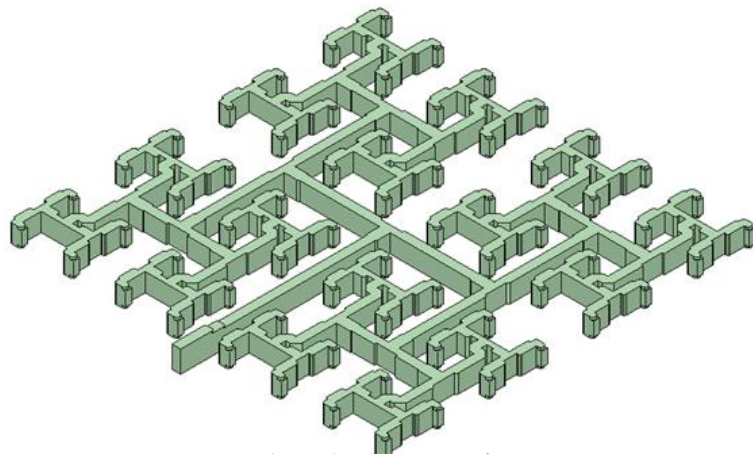
❖ 위성통신용 Ka 대역 수신 평판형 혼 배열 안테나



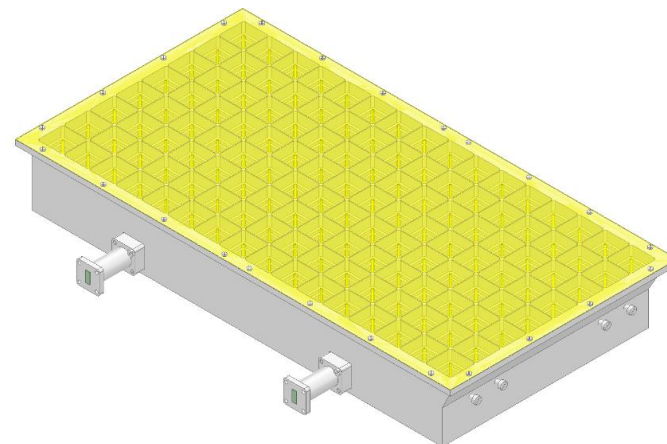
< 안테나 구조 >



< 개별 복사 소자 >



< 빔 형성 네트워크 >

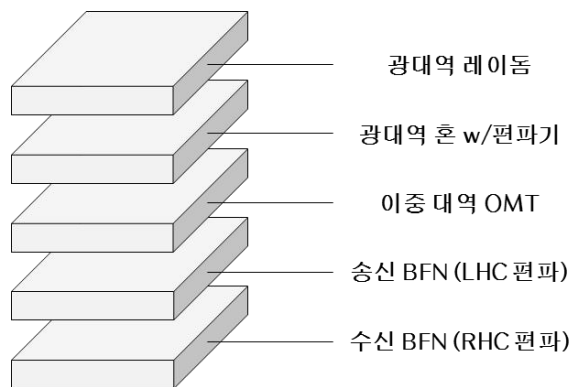


< 평판형 혼 배열 안테나 >

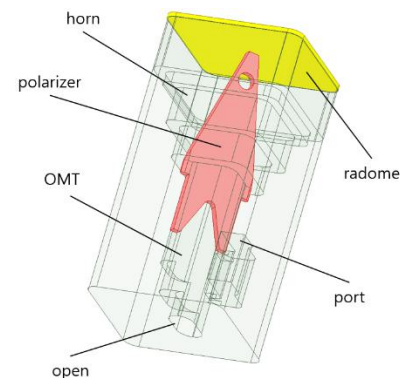
2. 기술미전 내용 및 범위

기술 개발 현황

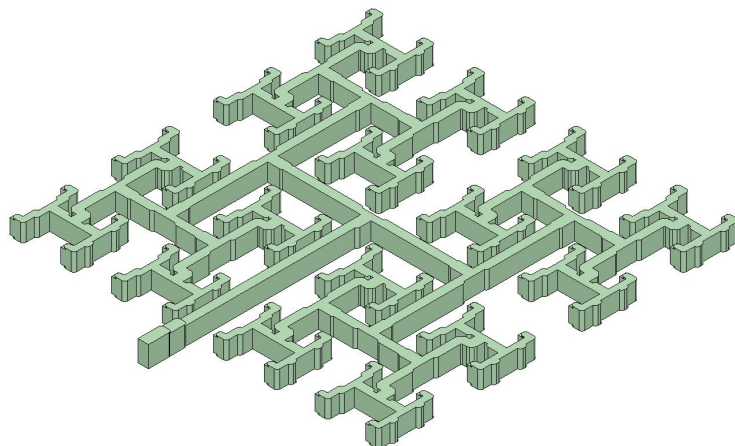
❖ 위성통신용 Ka 대역 송신 평판형 혼 배열 안테나



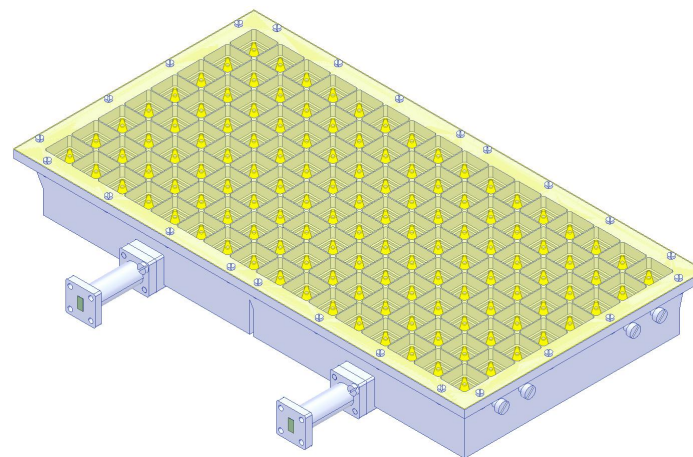
< 안테나 구조 >



< 개별 복사 소자 >



< 빔 형성 네트워크 >



< 평판형 혼 배열 안테나 >

2. 기술미전 내용 및 범위

■ 기술 개발 현황

❖ 위성통신용 Ku 대역 수신 및 Ka 대역 송/수신 평판형 혼 배열 안테나

요구사항		설계 결과	
		성능	만족여부
KURX01	Ku 수신 안테나의 사용 주파수 대역은 10.7 ~ 12.75 GHz 이어야 한다.	10.7-12.75 GHz	만족
KURX02	Ku 수신용 편파는 HP 또는 VP의 단일 선형 편파이어야 한다.	VP	만족
KURX03	Ku 수신 안테나의 최대이득은 31 dBi 이상이어야 한다.	32.6 dBi	만족
KURX04	Ku 수신 안테나의 반사손실은 10 dB 이상이어야 한다.	12 dB	만족
KARX01	Ka 수신 안테나의 사용 주파수 대역은 19.2 ~ 20.2 GHz 이어야 한다.	19.2 ~ 20.2 GHz	만족
KARX02	Ka 수신용 편파는 RHCP 또는 LHCP의 단일 원형 편파이어야 한다.	RHCP	만족
KARX03	Ka 수신 안테나의 최대이득은 33 dBi 이상이어야 한다.	35.9 dBi	만족
KARX04	Ka 수신 안테나의 축비는 1.5 dB 이하이어야 한다.	0.72 dB	만족
KARX05	Ka 수신 안테나의 반사손실은 10 dB 이상이어야 한다.	21 dB	만족
KATX01	Ka 송신 안테나의 사용 주파수 대역은 29.0 ~ 30.0 GHz 이어야 한다.	29.0 ~ 30.0 GHz	만족
KATX02	Ka 송신용 편파는 RHCP 또는 LHCP의 단일 원형 편파이어야 한다.	LHCP	만족
KATX03	Ka 송신 안테나의 최대이득은 34 dBi 이상이어야 한다.	35.8 dBi	만족
KATX04	Ka 송신 안테나의 축비는 1.5 dB 이상이어야 한다.	0.15 dB	만족
KATX05	Ka 송신 안테나의 반사손실은 10 dB 이상이어야 한다.	22 dB	만족
UREQ15	안테나 해석은 EM 기반의 상용 해석 툴을 사용해야 한다.	Ansys HFSS (EM 상용 툴)	만족

2. 기술미전 내용 및 범위

■ 기술 개발 현황

❖ 기술성숙도(TRL : Technology Readiness Level) 단계 :

구 분	단계	정 의	세 부 설 명
기초 연구 단계	1	기초 이론/실험	기초이론 정립 단계
	2	실용 목적의 아이디어 특허 등 개념정립	기술개발 개념 정립 및 아이디어에 대한 특허 출원 단계
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 기본성능이 검증될 수 있는 단계 개발하려는 부품/시스템의 기본 설계도면을 확보하는 단계
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	시험생품을 제작하여 핵심성능에 대한 평가가 완료된 단계 3단계에서 도출된 다양한 결과 중에서 최적의 결과를 선택하려는 단계 컴퓨터 모사가 가능한 경우 최적화를 완료하는 단계
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/ 시스템 시작품 제작 및 성능 평가	확정된 소재/부품/시스템의 실험실 시작품 제작 및 성능 평가가 완료된 단계 개발 대상의 생산을 고려하여 설계하나 실제 제작한 시작품 샘플은 1~수개 미만인 단계 경제성을 고려하지 않고 기술의 핵심성능으로만 볼 때, 실제로 판매가 될 수 있는 정도로 목표 성능을 달성한 단계
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가	파일럿 규모(복수 개~양산규모의 1/10정도)의 시작품 제작 및 평가가 완료된 단계 파일럿 규모 생산품에 대해 생산량, 생산용량, 불량률 등 제시 파일럿 생산을 위한 대규모 투자가 동반되는 단계 생산기업이 수요기업 적용환경에 유사하게 자체 현장테스트를 실시하여 목표 성능을 만족시킨 단계 성능 평가 결과에 대해 가능하면 공인인증 기관의 성적서 확보
실용화 단계	7	신뢰성평가 및 수요기업 평가	실제 환경에서 성능 검증이 이루어지는 단계 부품 및 소재개발의 경우 수요업체에서 직접 파일럿 시작품을 현장 평가(성능 및 신뢰성 평가) 가능하면 인증기관의 신뢰성 평가 결과 제출
	8	시제품 인증 및 표준화	표준화 및 인허가 취득 단계
사업화	9	사업화	본격적인 양산 및 사업화 단계 6-시그마 등 품질관리가 중요한 단계

3. 경쟁기술과 비교

□ 기술 특징

❖ 위성통신용 평판형 혼 배열 안테나

□ 기술 현황

❖ 국외 기술현황

■ 이스라엘 Gilat 사

- 인쇄된 복사소자를 사용한 Ku 및 X 대역 안테나 개발
- 손실로 인해 약 34 %의 안테나 개구 효율을 갖는 것으로 판단됨
- 기술 유출 방지를 위해 안테나의 성능 및 형상 등은 공개되지 않음

■ 중국 SANETEL 사

- Ku 대역 이동형 차량 탑재용 혼 배열 안테나 개발
- 혼 배열 구조 사용으로 Gilat 사에 비해 안테나 효율이 증가되었음 (SANETEL 약 45 %, ETRI 기술 약 70 %)

❖ 국내 기술현황

- 개별 부품은 국내 업체에서 일부 제작하고 있으나 배열 구조를 위해 최적화된 소자 및 빔 형성 네트워크 기술을 보유한 곳은 전무함

3. 경쟁기술과 비교

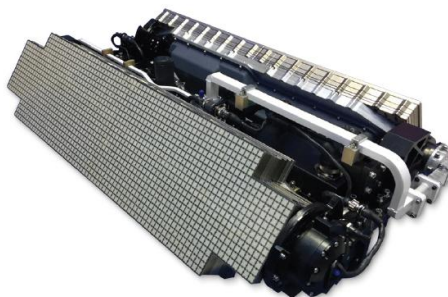
경쟁 기술 비교

❖ Gilat 사

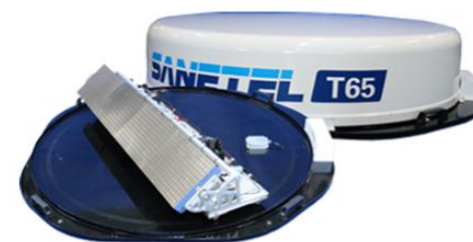
- 인쇄 소자 배열 안테나

❖ SANETEL 사

- 혼 배열 안테나



<Gilat ER6000-A>



<SANETEL T65>

	ETRI 기술	Gilat 사	SANETEL 사
목적	항공기탑재	항공기탑재	차량탑재
주파수	Ku/Ka	Ku/Ka	Ku
이득	31.4 dBi@10.7GHz 32.9 dBi@12.7GHz	12.4 dB/K@12.75GHz 15.4 dB/K@20.2GHz	35.8 dBi@12.5 GHz 36.5 dBi@14.25 GHz
효율	70 %	34 % ⁽¹⁾	45 %
크기	50 x 25 cm	96 (D) x 24(H) cm	130(D) x 30(H) cm

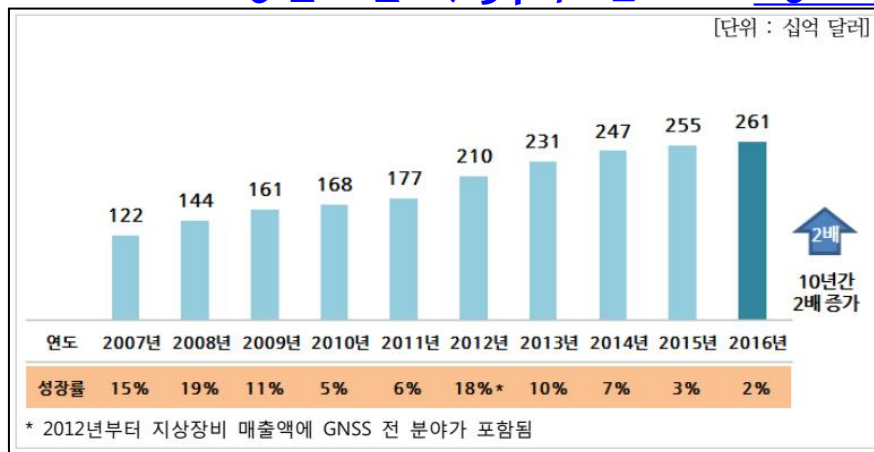
(1) LNA N.F 2 dB, Loss 1 dB, ant. Temperature 50K 가정

4. 기술의 사업성

■ 사업성

❖ 위성단말 시장전망 (출처: State of the Satellite Industry Report, 2017)

- 위성 제작, 위성 서비스, 지상 장비 및 발사 분야에 대한 위성 산업은 매년 지속적으로 성장하며 2007년 1,220억 달러에서 2016년에는 2,605 억 달러로 약 2배 이상 성장하였음
- 전 세계 우주산업 중에서 지상 단말 장치는 평균 30% 비중을 차지하고 있음
- 지상장비 시장규모는 2012년 754억 달러에서 연평균 10.9 % 성장하며 2016년에는 1,134억 달러로 1.6배 증가함



<위성 산업 규모>



<위성용 지상장비 산업 규모>

4. 기술의 사업성

■ 사업성

❖ 위성 단말용 안테나 시장전망

- 위성단말에서 고성능 안테나는 필수 부품임
- 지상 단말장치인 Consumer 및 Network 분야에 관계없이 고성능 안테나는 반드시 사용되기 때문에 지상 단말 장치의 수익 구조가 안테나 수익과 연계됨
- 위성 단말용 안테나가 위성단말 분야에서 차지하는 가격 비중은 약 5%로 예상되므로 2016년 약 50억 달러 규모의 시장이 형성되었음
- 국내 수요처는 위성단말을 생산하는 인텔리안테크놀로지스, 위월드 등이고, 국외 수요처는 항공 서비스를 제공하는 독일의 QEST, Inflight connectivity 서비스를 제공하고 있는 미국의 GoGo 등임
- 국내 업체는 국내 시장보다 국외 시장 진출용 안테나를 개발하여 수출하고 있음. 위성단말 안테나 시스템을 개발하고 있는 인텔리안테크놀로지스사는 전체 매출의 94 %가 수출로 2018년 전파방송 기술대상 대통령상을 수상하고, 7천만 불 수출의 탑을 수상한 것을 감안하면 국내 업체의 매출 규모는 800억 원 이상으로 추정됨

4. 기술의 사업성

■ 사업성

❖ 상용화 가능성

- 위성단말 안테나 시스템에 적용 가능
- 입출력 인터페이스 조정 필요

❖ 상용화의 애로점 및 극복방안

- 기술적인 애로 사항 없음
- 업체의 마케팅에 의해 결정

❖ 상용화를 위한 추가적인 기술개발 내용

- 제작을 통한 성능 검증 및 분석
- 조정에 따른 재제작 및 시험

❖ 제품/서비스 예상 수요자층

- 서비스 : 위성단말용 안테나 시스템
- 수요자층 : 위성/무선 통신 안테나 개발 업체, RF 부품 개발 업체

❖ 기술미전 업체 조건

- 위성/무선 통신 단말 개발 또는 안테나 개발 업체

5. 국내외 시장 동향

▣ 예상 제품/서비스 속성

예상 제품 /서비스	예상단가 (천원)	이전기술의 비중(%)	잠재적/현재적 경쟁자와 가격,시 장 등에서 경쟁상 유리한 점	판매 가능 시기
위 성 통 신 용 평 판 형 안테나	80,000	70	a. 가격경쟁력면: 기존제품 대 비 가격 20% 절감 b. 시장환경면: 국산화 필요	2021년 이후

5. 국내외 시장 동향



■ 관련 제품/서비스 국내외 시장 규모

(단위 : 백만불, 억원)

관련 제품 /서비스	시장	1차년도 (2020)	2차년도 (2021)	3차년도 (2022)	4차년도 (2023)	5차년도 (2024)	합계
위성단말용 안테나	해외	8500	9500	10500	11600	12900	53000
	국내	450	470	490	520	550	2480

■ 예상 제품/서비스 예상 매출액

(단위 : 백만불, 억원)

관련 제품 /서비스	시장	1차년도 (2021)	2차년도 (2022)	3차년도 (2023)	4차년도 (2024)	5차년도 (2025)	합계
위성단말용 배열안테나	해외	85	190	315	464	645	1699
	국내	23	47	74	104	138	386

감사합니다.



www.etri.re.kr

※ 하단의 문의처 소개후, 발표후 개별기술 상담이 가능함을 다시 한 번 안내함

♣ 연락처 : 전파위성연구본부, 이홍열 책·연 (042-860-5845, hylees@etri.re.kr) 20